

Análisis comparativo entre metodologías de desarrollo de productos de diseño industrial (MPDI) junto con un análisis del método científico (MC-14), un análisis basado en Inteligencia Artificial y programación Open Source (Python) de diagramas de flujo (ISO 5807:1985): Parte 2.

Autor: Ph.D., Mg., Diseñador Industrial Ibar Anderson

Google Scholar:

<https://scholar.google.com/citations?user=WfLtjeoAAAAJ&hl=en>

Orcid.org: <https://orcid.org/0000-0002-9732-3660>

ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Ibar_Federico_Anderson ,

Academia.edu: <https://unlp.academia.edu/IbarFedericoAnderson>

Email: ianderson@empleados.fba.unlp.edu.ar

Resumen

Análisis comparativo entre "Metodologías de desarrollo de productos de diseño industrial (MPDI)" junto con un análisis del "Método científico (MC-14)", un análisis basado en Inteligencia Artificial y programación Open Source (Scripts Python + HTML + CSS Code + Java Script). Diagramas de flujo (ISO 5807:1985), flowchart en Mermaid. Parte 2.

Palabras Clave: Design Thinking, Métodos de Diseño, Metodología Investigación Científica, I+D+i, Publicaciones ISBN/ISSN.

Abstract

Comparative analysis of "Industrial Design Product Development Methodologies (IDPM)" along with an analysis of the "Scientific Method (SCM-14)," an analysis based on Artificial Intelligence and Open Source programming (Python scripts + HTML + CSS Code + Java Script). Flowcharts (ISO 5807:1985), flowchart in Mermaid. Part 2.

Keywords: Design Thinking, Design Methods, Scientific Research Methodology, R+D+i, ISBN/ISSN Publications.

Resumo

Análise comparativa entre "Metodologias de desenvolvimento de produtos de design industrial (MPDI)" juntamente com uma análise do "Método Científico (MC-14)", uma análise baseada em Inteligência Artificial e programação Open Source (Python Scripts + HTML + Código CSS + Java Script). Fluxogramas (ISO 5807:1985), fluxograma em Mermaid. Parte 2.

Palavras-chave: Design Thinking, Métodos de Design, Metodologia da Investigação Científica, I+D+i, Publicações ISBN/ISSN.

Introducción.

El estado de la cuestión (Estado del Arte) hace referencia a los Marcos Teóricos o recopilación teórica bibliográfica más significativa sobre los siguientes métodos proyectuales del diseño. Ejemplo, la bibliografía sobre: (a) Metodología proyectual de Bruno Munari, (b) Diseño generalizador integrado de Víctor Papanek, (c) Relación inputs-outputs de Christopher Jones, (d) Proceso creativo de solución de problemas de Bernd Löbach, (e) Metodología taxonómica de Abraham Moles, (f) Metodología de proyectación de Gui Bonsiepe, (g) Método textual/contextual de Jordi Llovet, (h) Modelo Diana de Oscar Olea y Carlos Gonzáles Lobo, (i) Modelo general del proceso de diseño de la UAM Azcapotzalco. Y otros autores

A continuación ilustraremos solo nueve (9) modelos seleccionados, entre los más conocidos o representativos por su representación gráfica del método: (1) Bruno Munari, (2) Víctor Papanek, (3) Christopher Jones, (4) Bernd Löbach, (5) Tom Dixon, (6) Harley J. Earl, (7) Ing. Edward Krick, (8) Morris Asimow y (9) Bruce Archer. Es decir, porque los mismos pueden ser representados o esquematizados visualmente sin mayores desarrollos teóricos, y fácilmente comprendidos por quienes están habituados con el proyecto de Diseño Industrial y sus diversas etapas.

El desarrollo de los siguientes nueve (9) modelos seleccionados no implican de ningún modo que uno sea mejor que el otro. Sino que de algún modo son representativos por su significancia gráfica y visual (capacidad de poder ser resumidos visualmente para su interpretación esquemática).

(1) Método proyectual: Bruno Munari

El método proyectual (ver figura 1), consiste simplemente en una serie de operaciones necesarias, dispuestas en un orden lógico dictado por la experiencia. Su finalidad es la de conseguir un máximo resultado con el mínimo esfuerzo.

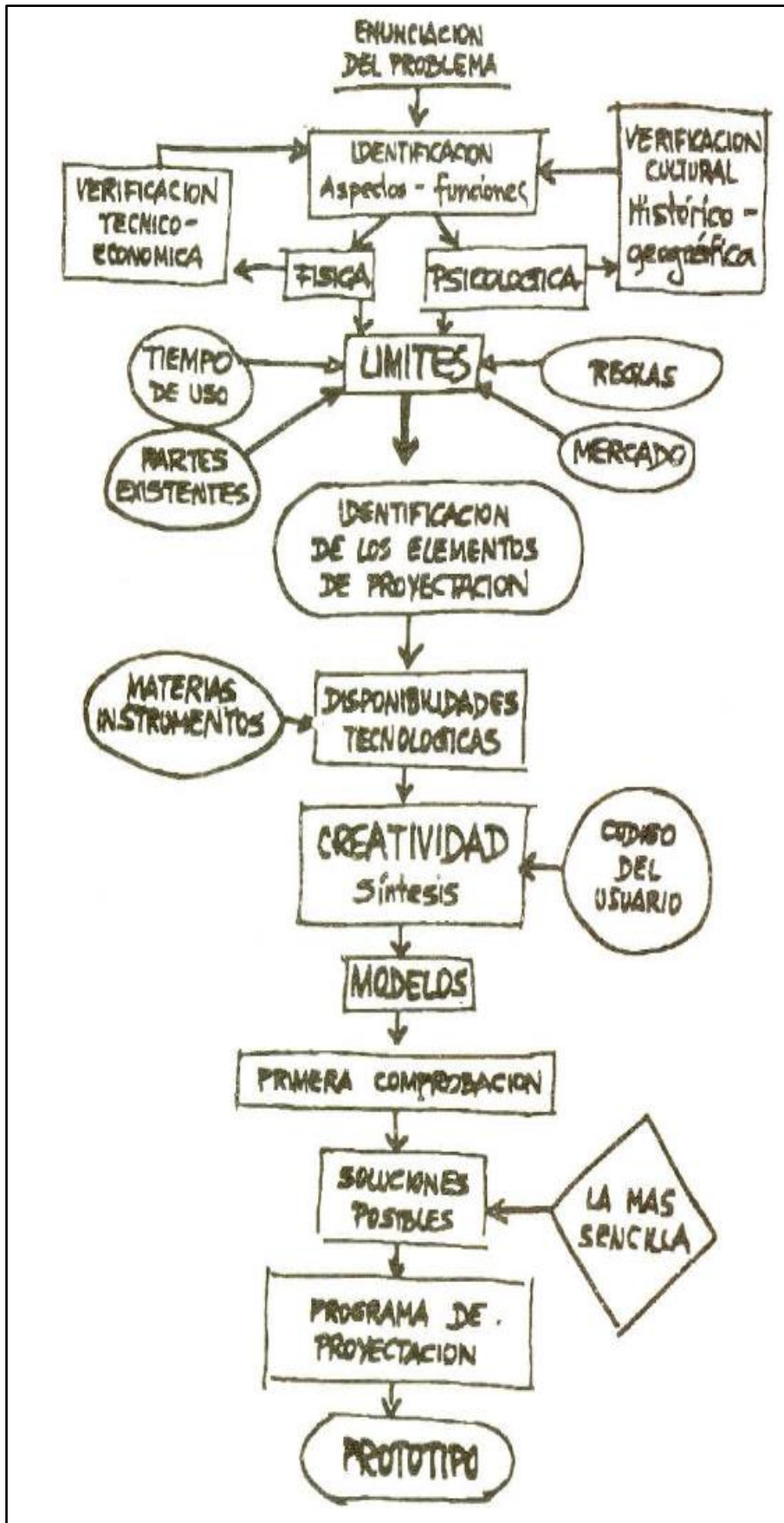


Figura 2. Modelo de Munari

Aquí están los 10 pasos enumerados y brevemente explicados para el diseño industrial, basados en el método de Bruno Munari:

Definición del Problema: Comprende completamente el desafío que debes resolver. Define claramente el problema y escucha al cliente.

Idea: Desarrolla una idea que te lleve a la solución. Considera si necesitas una solución económica, provisional o definitiva.

Creatividad: Examina cada parte del problema y busca soluciones imaginativas.

Análisis Complejo: Distingue entre lo complicado y lo complejo. Analiza las partes del problema y agrúpalas.

Experimentación: Prueba tus ideas y verifica su viabilidad.

Investigación de Usuarios: Comprende las necesidades y deseos de los usuarios.

Prototipado: Crea prototipos físicos o digitales para probar tus ideas.

Iteración: Mejora continuamente el diseño basándote en la retroalimentación y los resultados.

Evaluación de Factibilidad: Considera la viabilidad técnica, económica y ambiental.

Documentación: Registra todo el proceso de diseño, desde bocetos hasta detalles de fabricación.

(2) Diseño generalizador integrado: Víctor Papanek

El método de Víctor Papanek (ver figura 2), deriva de lo pedagógico e insiste en los equipos interdisciplinarios en los cuales las especialidades afines permiten al diseñador ampliar los espectros de la penetración innovadora creativa.

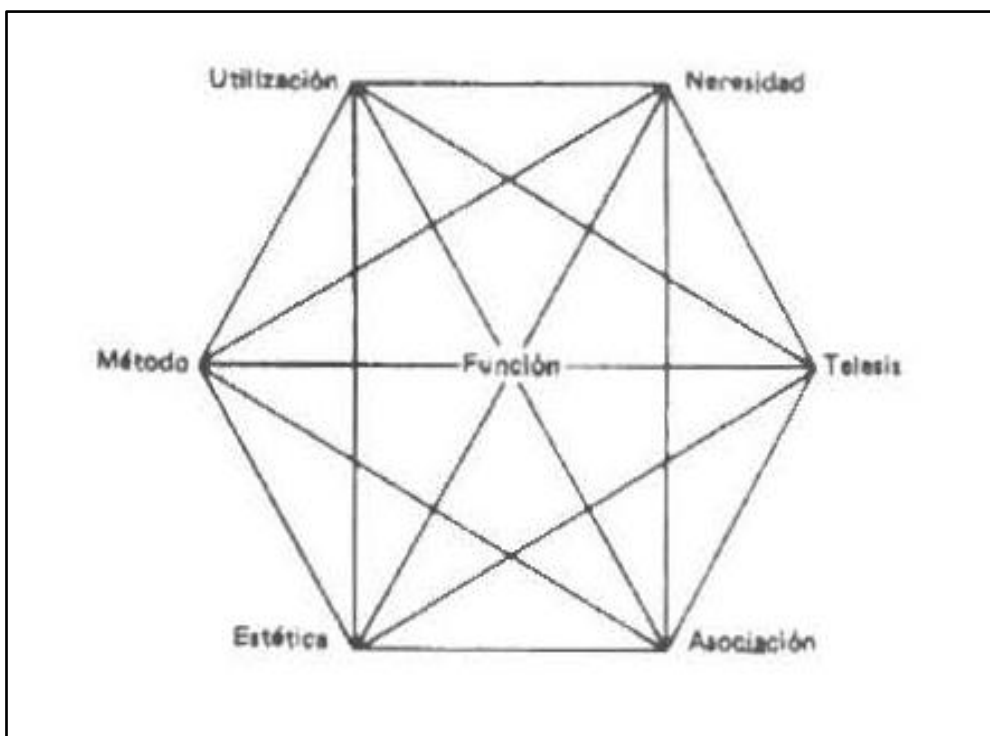


Figura 3. Modelo de Papanek

Método:

Implica el uso óptimo de procesos, herramientas y materiales.
 Considera la eficiencia, el costo y las consecuencias ambientales.
 Evita que el material parezca algo diferente de lo que es.

Uso:

Se refiere a la aplicación principal del producto y sus características específicas.
 Considera cómo el diseño debe cumplir su función de manera adecuada.

Necesidad:

Analiza el entorno para detectar necesidades reales y mejoras posibles.
 Busca satisfacer necesidades vitales, no caprichos o tendencias.

Telesis:

Diseñar según el contexto y las condiciones sociales y económicas.
 Reflejar la época y ajustarse al orden humano general.

Asociación:

Considera la relación entre las personas y los objetos diseñados.
 Explora adaptaciones y “segundos usos” que los usuarios hacen.

Estética:

No se trata solo de lo visual, sino de cómo el diseño afecta a la sociedad.
 Busca un impacto social relevante y sostenible.

(3) Inputs-outputs: Christopher Jones

El método de Christopher Jones (ver figuras 3 y 4), considera que el diseñador elabora una cadena de especificaciones y predicciones interrelacionadas para formular propuestas que respondan a los requerimientos dados. El método es el medio para resolver el conflicto entre el análisis racional y el pensamiento creativo.

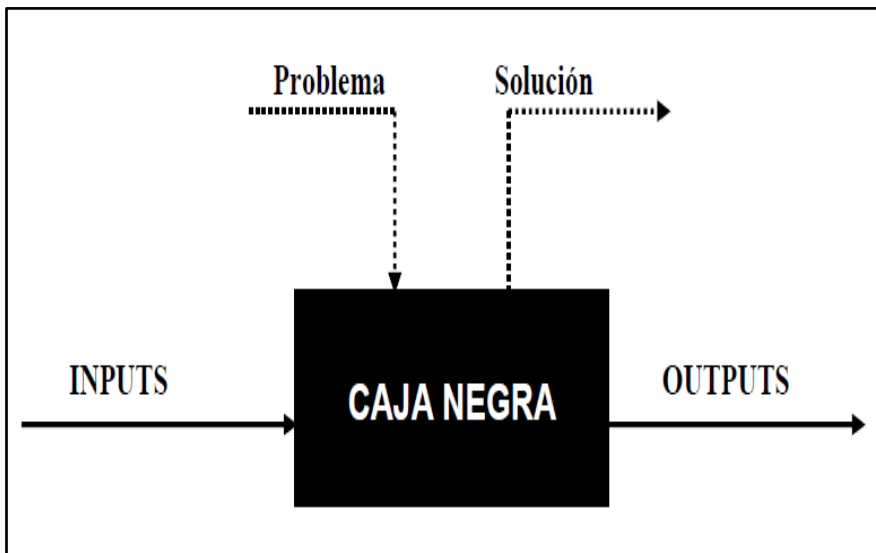


Figura 4. Modelo de Jones

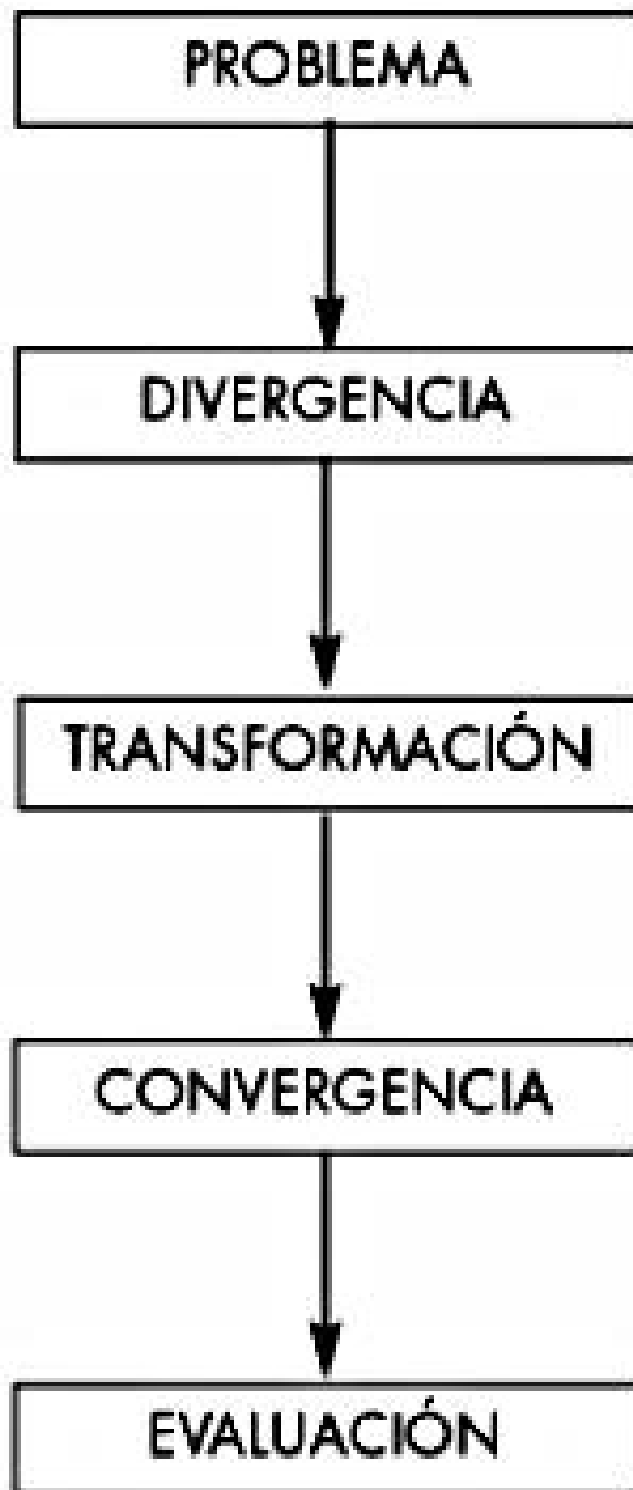


Figura 5. Secuencia del proceso de “Caja Transparente” de Christopher Jones. La metodología de caja negra propuesta por Christopher Jones es un enfoque interesante para el diseño. Aunque no desarrolló un método específico, sus ideas han influido en el lenguaje común del diseño. Aquí están los aspectos clave de esta metodología:

Imaginación: Comienza imaginando posibles soluciones.

Intuición y Razón: Combina ambos enfoques para resolver problemas.

Contexto: Diseña considerando el entorno y las condiciones sociales.

Modelado: Evalúa los efectos contextuales de lo que imaginas.

Adaptabilidad: Ajusta el proceso según lo que está sucediendo.

Rechazo: Descarta lo que no aporta o disminuye.

(4) Proceso creativo de solución de problemas: Bernd Löbach

El método de Bernd Löbach (ver figura 5), considera al proceso de diseño como el conjunto de posibles relaciones entre el diseñador y el objeto diseñado para que éste resulte un producto reproducible tecnológicamente.

La cantidad de combinaciones posibles y la probabilidad de soluciones diferentes se derivan del abordamiento multidimensional.

Bernd Löbach, un diseñador industrial y teórico del diseño, propuso una metodología que combina creatividad y solución de problemas en el proceso de diseño. Aunque no desarrolló un método específico llamado “Proceso Creativo de Solución de Problemas”, sus ideas han influido en el campo del diseño. Aquí están los aspectos clave de su enfoque:

Fase de Preparación:

Análisis del Problema: El diseñador adquiere un conocimiento profundo del problema. Se recopila información relevante, se clasifica el problema y se define el objetivo.

Necesidad y Relación Social: Se considera cuántas personas están interesadas en la solución del problema y se evalúa el vínculo entre el usuario y el objeto diseñado.

Fase de Incubación:

Durante esta etapa, el diseñador procesa la información recopilada y permite que las ideas maduren de manera subconsciente.

Se fomenta la creatividad y la exploración de múltiples enfoques.

Fase de Solución:

Se desarrollan soluciones para el problema identificado.

Las soluciones se evalúan según criterios establecidos (eficiencia, viabilidad, impacto social, etc.).

La solución más adecuada se selecciona y se implementa.

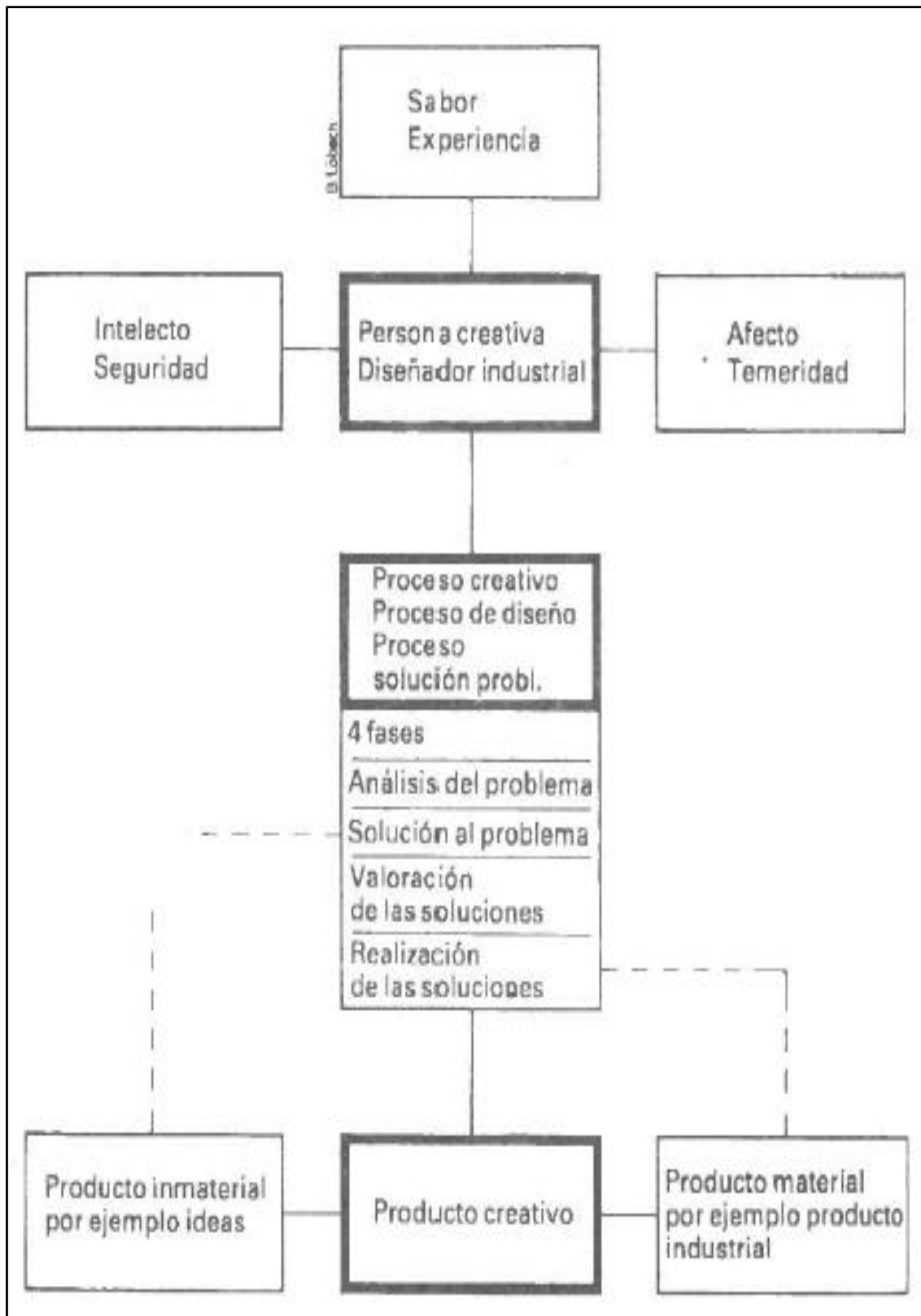


Figura 6. Modelo de Löbach

(5) Método de diseño de Dixon

El método de Dixon (ver figura 6), considera como primer paso el reconocimiento y comprensión de la meta u objetivo, la cual puede haber sido asignada, o bien puede ser una meta impuesta por uno mismo. Una vez que se

ha encontrado y seleccionado la idea para resolver el problema (lo cual implica otra decisión), el ingeniero debe analizar su idea. Habiendo terminado el análisis, si los resultados son favorables, el ingeniero debe transcribir su solución en términos de producción.

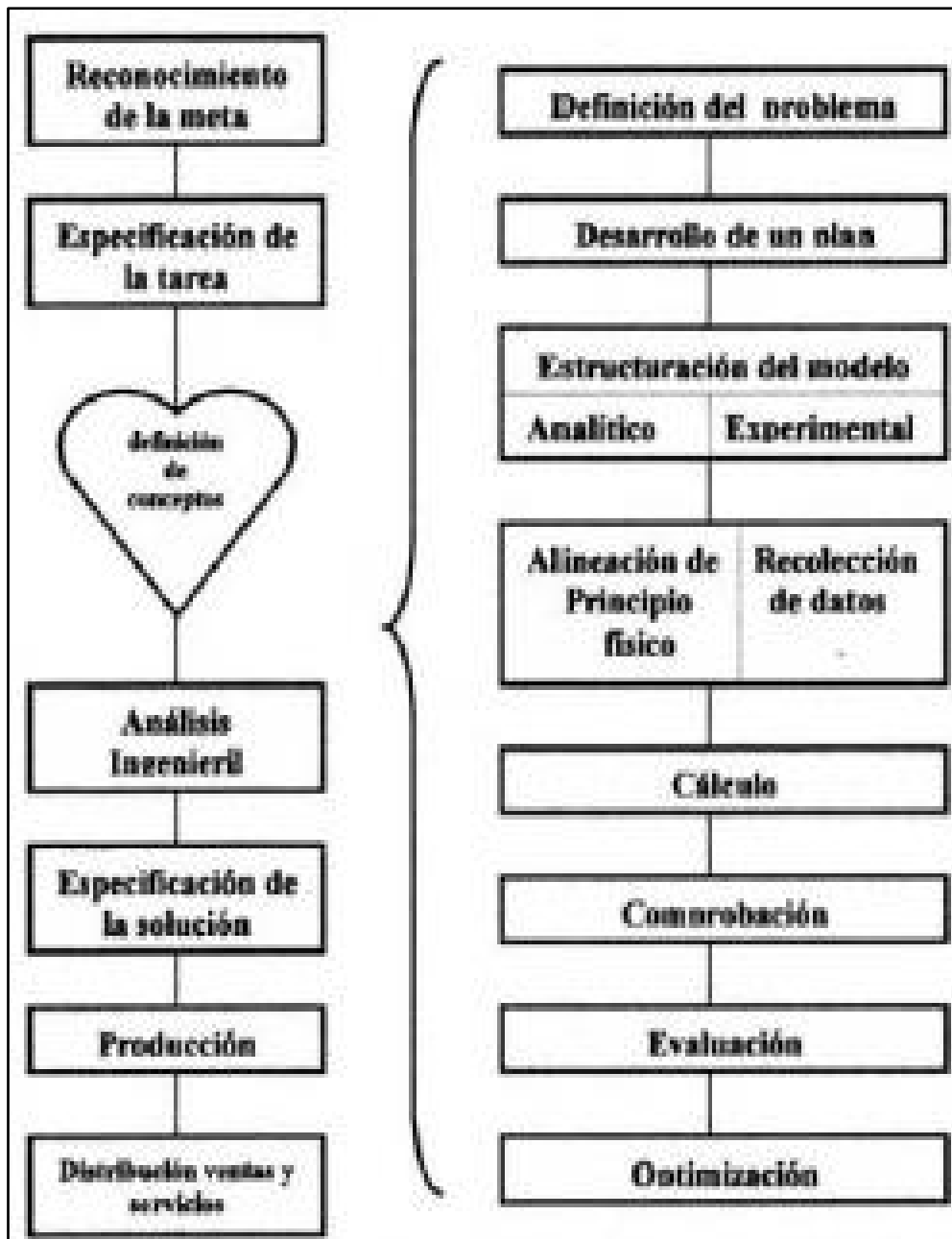


Figura 7. Modelo de Dixon

Reconocimiento y Comprensión de la Meta u Objetivo:

Identifica claramente la meta o el objetivo del proceso. Puede ser una meta asignada o una que tú mismo establezcas.

Selección de la Idea para Resolver el Problema:

Encuentra y selecciona la idea que crees que resolverá el problema.

Análisis de la Idea:

Evalúa la idea en términos de viabilidad, eficiencia y efectividad.

Transcripción de la Solución en Términos de Producción:

Si los resultados son favorables, documenta la solución de manera clara y concisa.
Puedes utilizar herramientas como Lucidchart para crear tu diagrama de flujo¹.

(6) Método de diseño de Earle

En el método de Earle (ver figura 7), se consideran unas etapas básicas en el proceso de diseño para la aplicación en problemas de ingeniería.

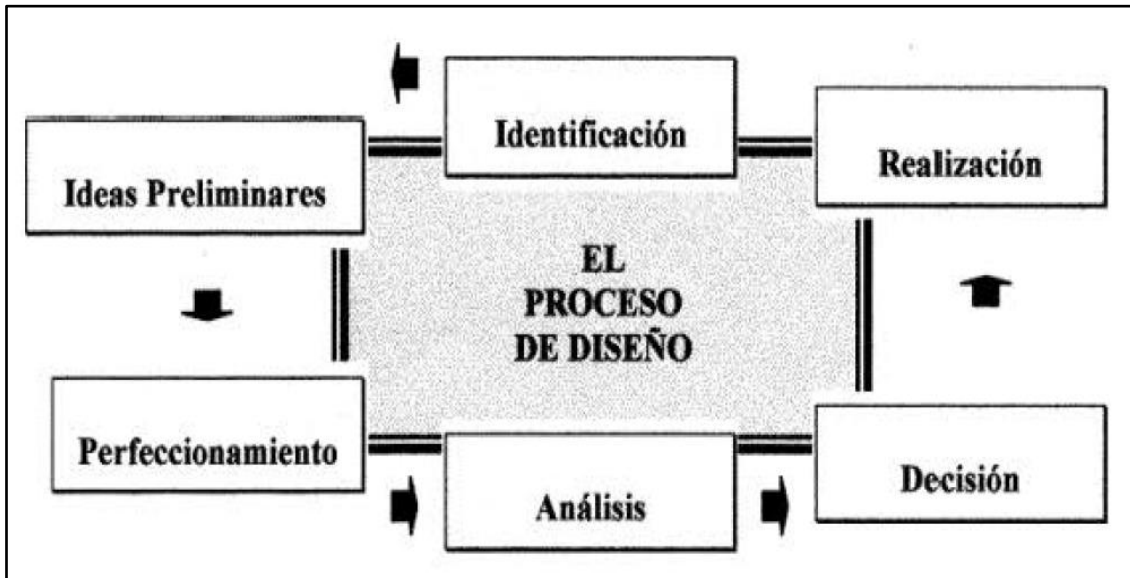


Figura 8. Modelo de Earle

(7) Método de diseño de Krick

En el método de Krick (ver figura 8), se considera que los pasos que debe de contener el proceso de diseño son: formulación del problema, análisis del problema, búsqueda de soluciones posibles, decisión y especificación.

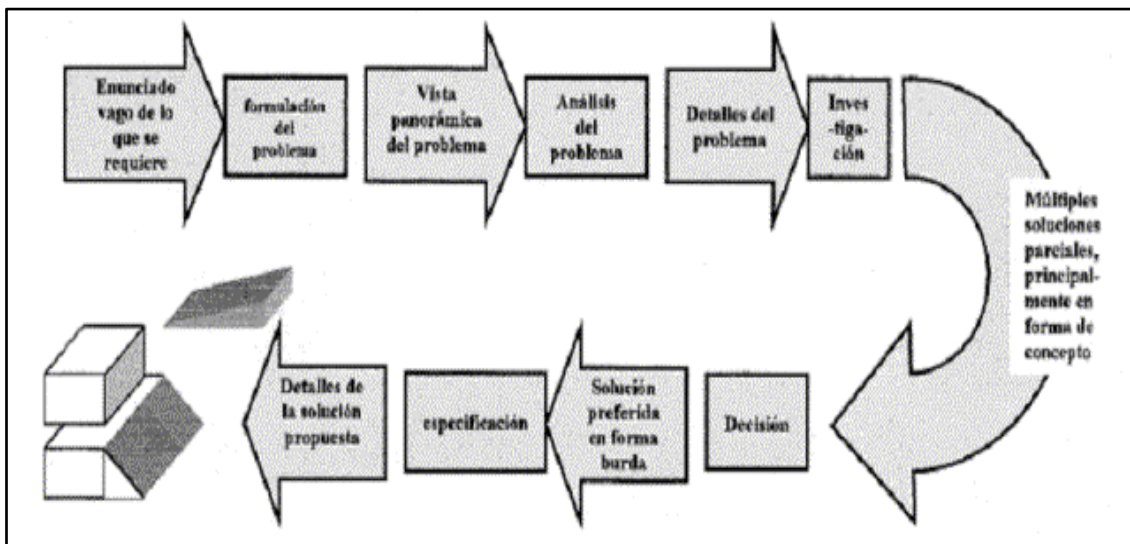


Figura 9. Modelo de Krick

Formulación del Problema:

Dedica tiempo inicial a definir el problema de manera breve y sin entrar en demasiados detalles.

Evita pensar prematuramente en mejoras o en la solución actual.

No describas en exceso el método actual.

Análisis del Problema:

Enfócate en descubrir y analizar las restricciones del problema.

Considera solo las restricciones reales y válidas.

Intenta determinar qué aspectos son modificables.

Búsqueda de Soluciones Posibles:

Busca diversas alternativas utilizando criterios específicos y el volumen de posibilidades.

Fomenta la inventiva y aplica principios de mejores métodos de trabajo.

Evaluación y Selección:

Evalúa las alternativas después de la búsqueda, no durante.

Considera tanto tiempos requeridos como criterios intangibles.

Basa el costo total de la mano de obra en la productividad a largo plazo.

Especificación:

Describe adecuadamente el método seleccionado y sus características de ejecución.

Utiliza medios de comunicación, como instrucciones auxiliares, para complementar la descripción estándar del método.

Vigilancia y Ciclo de Diseño:

Supervisa la implementación del método y su uso para completar el ciclo de diseño.

(8) Método de diseño de Asimow

El método de Asimow (ver figura 9 y 10), considera que existen dos grandes fases que se interrelacionan entre sí. Morris Asimow, en su obra más difundida describe la totalidad del proceso de diseño y es claro ejemplo de cómo los diseñadores industriales han vuelto los ojos hacia los métodos de la ingeniería.

Fase de Planeación y Morfología:

Estudio de Factibilidad: Evalúa la viabilidad del proyecto.

Diseño Preliminar: Genera ideas y conceptos iniciales.

Diseño Detallado: Define los componentes y subsistemas.

Planeación del Proceso de Producción: Prepara la fabricación.

Planeación de la Distribución: Organiza la disposición física.

Planeación del Consumo: Considera el uso del producto.

Planeación del Retiro del Producto: Planifica su ciclo de vida.

Fase de Diseño Detallado:

Preparación del Diseño: Documenta la solución elegida.

Diseño Total de los Subsistemas: Integra los componentes.

Diseño Total de los Componentes: Detalla cada parte.

Diseño Detallado de las Partes: Define especificaciones.

Preparación de los Dibujos de Ensamble: Crea planos.

Construcción Experimental: Prototipa y prueba.

Programa de Pruebas del Producto: Evalúa su desempeño.

Análisis y Predicción y Rediseño: Refina según resultados.

Resumen del Proceso de Diseño:

Análisis, Síntesis, Evaluación y Decisión, Optimización, Revisión e Implementación.

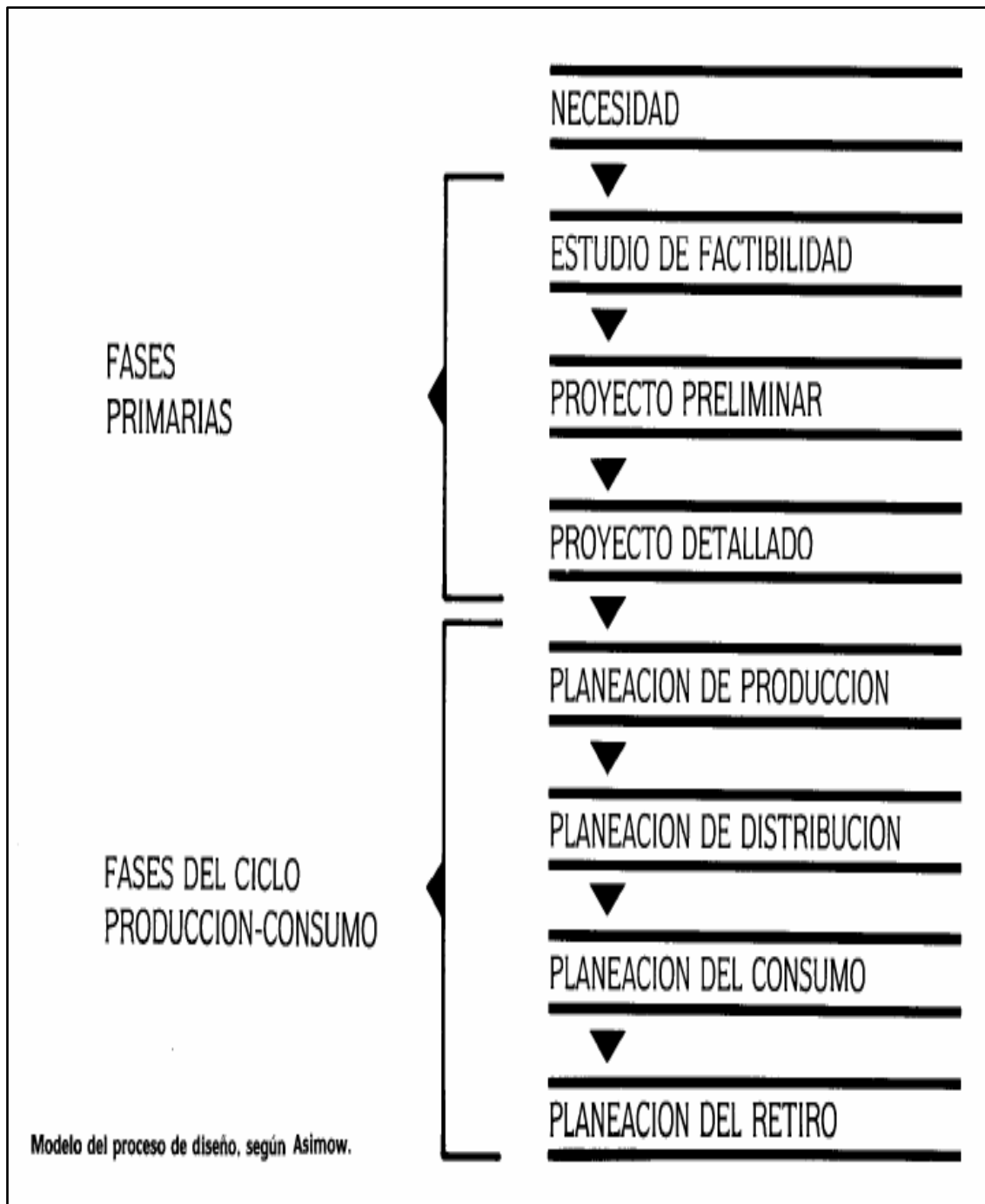


Figura 10. Modelo de Asimow

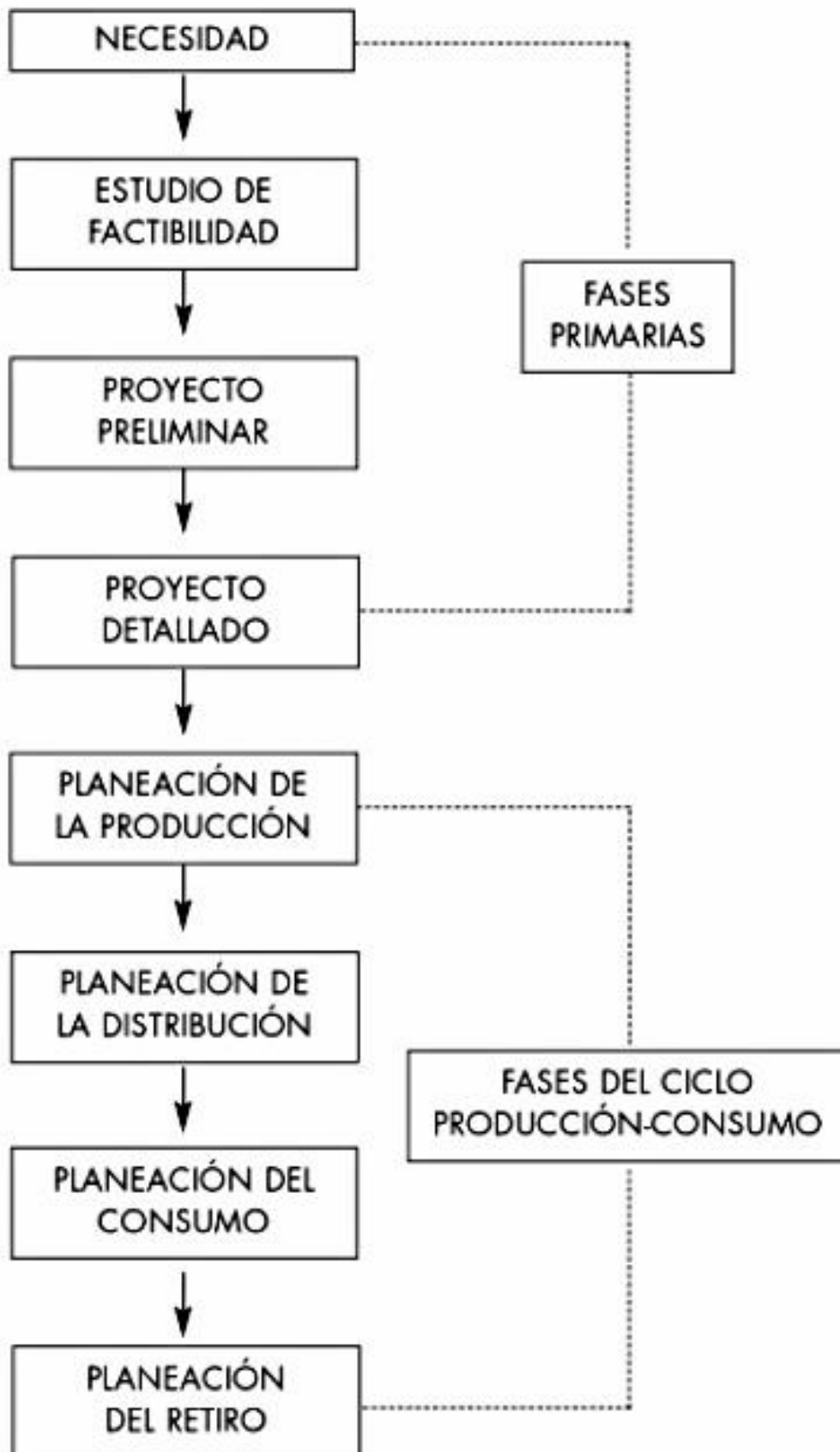


Figura 11. Secuencia del proceso de diseño según Morris Asimow.

(9) Método de diseño de Archer

El método de Archer (ver figura 11 y 12), considera que el proceso de diseño debe contener fundamentalmente las etapas analítica, creativa y de ejecución.

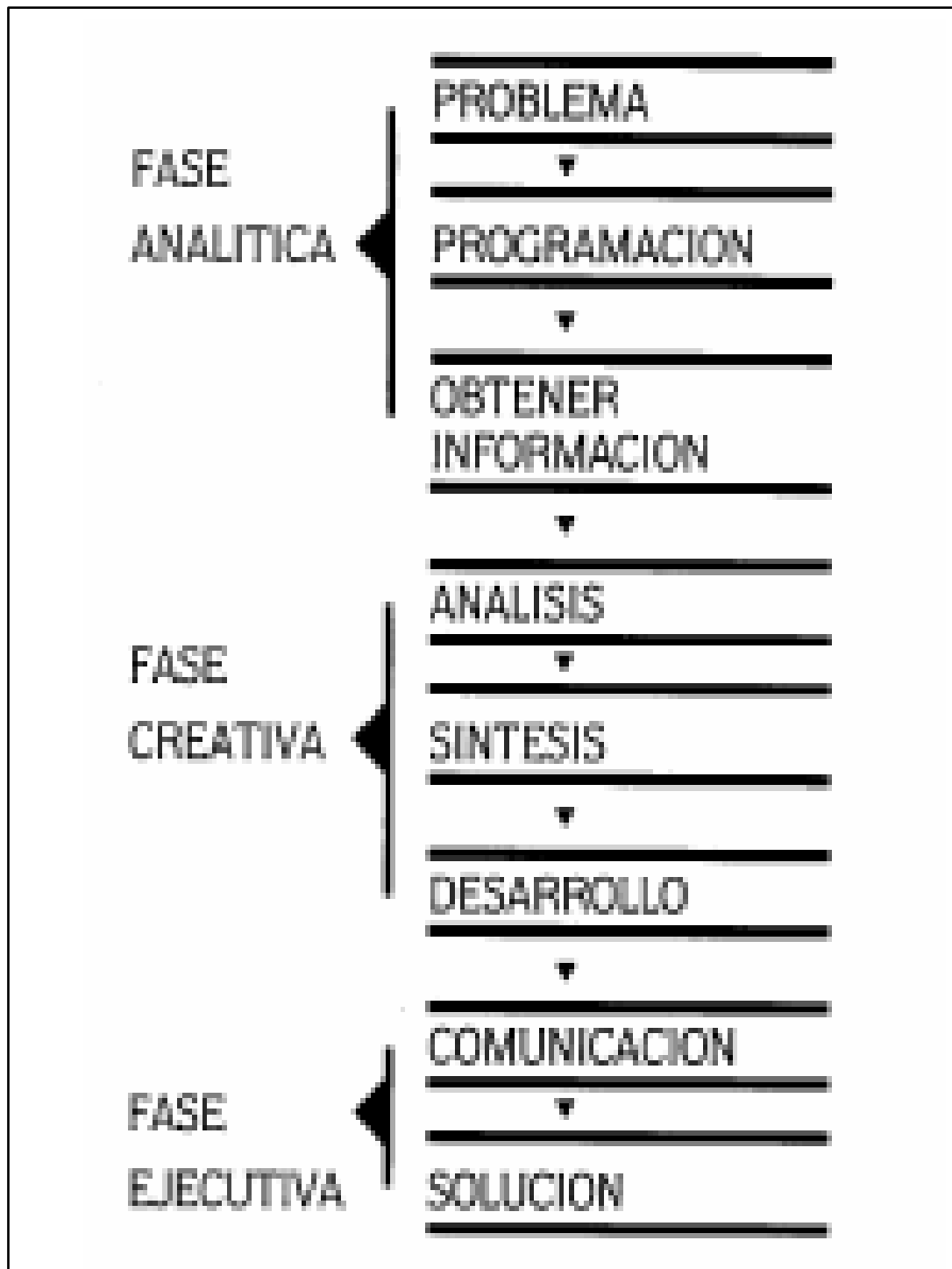


Figura 12. Modelo de Archer

Definición del Problema y Preparación del Programa Detallado:
Comienza por definir claramente el problema y preparar un programa detallado. Identifica las necesidades y restricciones del diseño.
Obtención de Datos Relevantes y Preparación de Especificaciones:

Recopila datos relevantes y elabora especificaciones.
 Retroalimenta la fase de definición del problema con esta información.
 Análisis y Síntesis de los Datos para Propuestas de Diseño:
 Analiza los datos recopilados y sintetiza propuestas de diseño.
 Considera aspectos funcionales, estéticos y de producción.
 Desarrollo de Prototipos:
 Crea prototipos para validar las propuestas de diseño.
 Realiza ajustes según los resultados obtenidos.
 Estudios y Experimentos para Validar el Diseño:
 Ejecuta estudios y experimentos que respalden la viabilidad del diseño.
 Evalúa su desempeño y ajusta si es necesario.
 Preparación de Documentos para la Producción:
 Documenta la solución final de manera clara y concisa.
 Prepara los documentos necesarios para la fabricación.

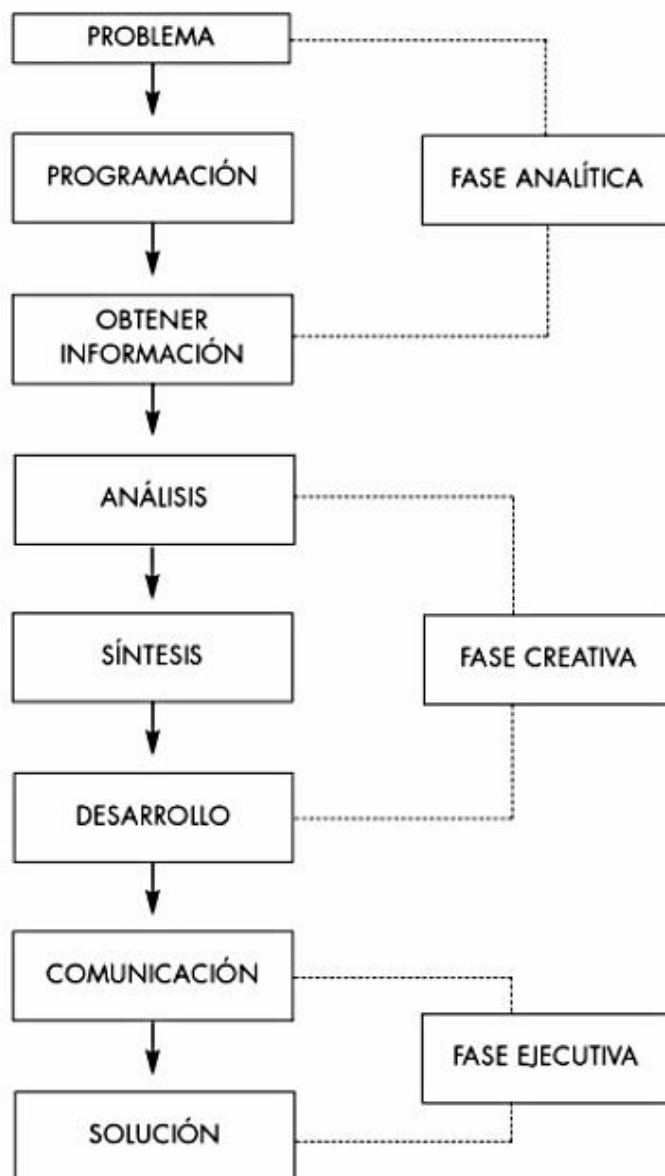


Figura 13. Modelo del proceso de diseño según Archer.

(11) Método de Hans Gugelot.
Ver figura 13.

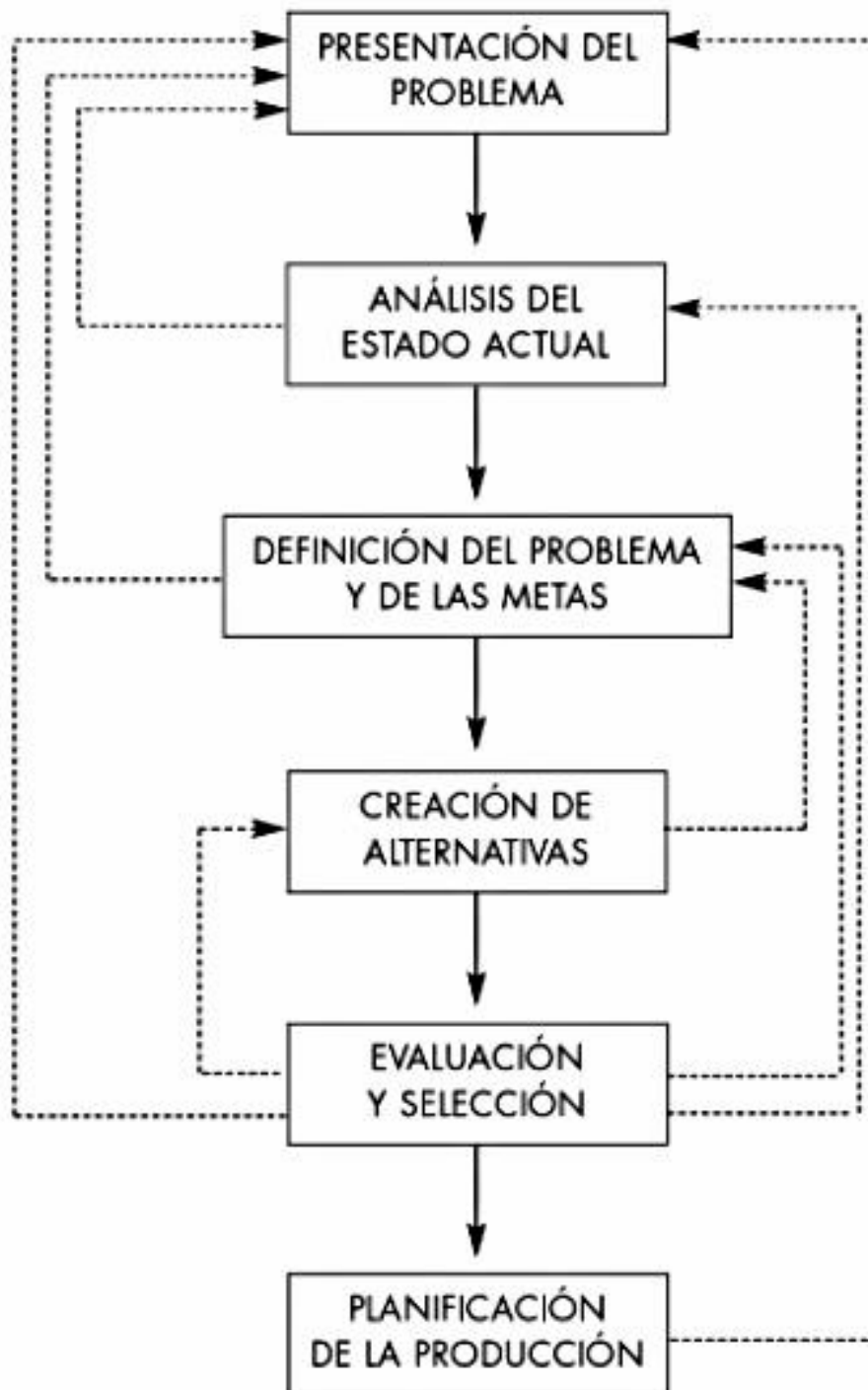


Figura 14. Modelo del proceso de diseño según Hans Gugelot.

Etapa de Información:

Recolecta toda la información posible sobre a quién se va a diseñar.

Investiga la institución o contexto en el que se aplicará el diseño.

Etapa de Investigación:

Investiga las necesidades y el contexto del proyecto.

Comprende las restricciones y limitaciones.

Etapas de Diseño:

Realiza un estudio tipológico.

Apóyate en conocimientos formales para generar propuestas de diseño.

Etapas de Decisión:

Evalúa costos y beneficios.

Realiza estudios tecnológicos fundamentales.

Etapas de Cálculo:

Ajusta el diseño a normas estándares y materiales.

Considera la viabilidad de la producción.

Etapas de Construcción:

Construye el prototipo.

Realiza pruebas y evaluaciones.

Desarrollo.

Sería interesante empezar con una analogía, Louis Sullivan (1856-1924) decía que “la forma sigue a la función” (Sullivan, 1896: 403-409), bien podríamos decir que el pensamiento creativo del diseñador sigue al método o metodología proyectual que este aplica.

Para lo cual es necesario revisar el Estado del Arte de la cuestión, lo que equivale a efectuar un repaso de la bibliografía existente hasta el momento sobre métodos y metodologías proyectuales.

¿Qué se entiende por método proyectual? Ceteris paribus: ¿Qué se entiende por metodología proyectual? Acaso: ¿debemos comenzar explicando el método científico y las diversas metodologías de la investigación científica?

Sería correcto empezar por el análisis del MC-14, que es un método científico de 14 etapas¹. Lo cual nos remite a la siguiente pregunta: ¿Qué es la ciencia?²

³ ⁴ Lo cual no es tan difícil de responder, pues existen consensos

¹ Las 14 etapas del MC-14 son:

Etapas 1: Observación

Etapas 2: ¿Existe algún problema?

Etapas 3: Objetivos y planificación

Etapas 4: Búsqueda, exploración y recopilación de pruebas

Etapas 5: Generación creativa y alternativas lógicas

Etapas 6: Evaluación de las pruebas

Etapas 7: Realización de hipótesis, conjeturas y suposiciones

Etapas 8: Experimentación, prueba y cuestionamiento de las hipótesis

Etapas 9: Realización de conclusiones

Etapas 10: Prórroga o dilación de afirmaciones o juicios de valor

Etapas 11: Desarrollo de la teoría (tesis) y envío a revisión por pares

Etapas 12: Métodos creativos, lógicos y no lógicos y técnicos

Etapas 13: Objetivos del método científico

Etapas 14: Actitudes y habilidades cognitivas

² La ciencia es un sistema ordenado de conocimientos estructurados que estudia, investiga e interpreta los fenómenos naturales, sociales y artificiales. El conocimiento científico se obtiene mediante observación y experimentación en ámbitos específicos. Dicho conocimiento es organizado y clasificado sobre la base de principios explicativos, ya sean de forma teórica o práctica. A partir de estos se generan preguntas y razonamientos, se formulan hipótesis, se deducen principios y leyes científicas, y se construyen modelos teóricos (teorías científicas) y sistemas de conocimientos por medio de un método o metodología de la investigación científica.

³ La ciencia considera y tiene como fundamento la observación experimental. Este tipo de observación se organiza por medio de métodos, modelos y teorías con el fin de generar nuevo conocimiento. Para ello se establecen previamente unos criterios de verdad y un método de investigación. La aplicación de esos

internacionales y la bibliografía es consistente en cuanto a lo que se entiende por ciencia moderna.

Pero responder a la siguiente pregunta: ¿Qué es la metodología de la investigación científica? Esta respuesta es mucho más compleja porque requiere preguntarnos: ¿sobre cuál clasificación o grupo de las ciencias (ya que son varias)? Pues tenemos ciencias formales (lógica) y exactas (matemática) o las ciencias fácticas (empíricas o experimentales) como las ciencias naturales (geología, biología, física, química) y las ciencias sociales-humanas (antropología, economía, sociología, psicología, historia, arquitectura, arte y diseño). Por otro, formando parte de las ciencias empíricas tenemos a las ciencias aplicadas de I+D (Investigación + Desarrollo Tecnológico) posee un grupo interesante de disciplinas (todas las ramas de la ingeniería). ¿Qué lugar le corresponde al Diseño Industrial adentro de esta clasificación?

El problema aparece si de las conclusiones obtenidas por la prueba y testeo (de laboratorio y con los usuarios/consumidores finales) hay correcciones de diseño que nos obligan a regresar a la etapa (3) del *Design Thinking* o etapa de ideación de la innovación que requiera un cambio en las (2) hipótesis de diseño (o mínimos cambios conservando las hipótesis). Todo el ciclo se debe re-iniciar desde la etapa (3) en adelante: (3) idear, (4) prototipar hasta la nueva (5) prueba final. En que el diseño quede definitivo. Este proceso puede ser cíclico de varios retornos.

Faltaría incorporarle al *Design Thinking*: (a) un *feedback* de diagrama de flujo computacional (como la programación de software) para que la representación gráfica se asemeje a un algoritmo o proceso computacional en los casos de retroceso o corrección de errores de diseño. También (b) hacer un debido correlato con el MC-14 del “método científico” y sus etapas (ver este apartado en mayor profundidad). Dado que “no hay nada nuevo bajo el Sol” en el *Design Thinking* y nada –por el momento- supera al Método Científico (mundialmente probado y desarrollado por académicos y profesionales de diversas áreas).

Se recomienda integrarlo al MC-14.

métodos y conocimientos conduce a la generación de nuevos conocimientos en forma de predicciones concretas, cuantitativas y comprobables referidas a observaciones pasadas, presentes y futuras. Con frecuencia esas predicciones se pueden formular mediante razonamientos y estructurar como reglas o leyes generales, que dan cuenta del comportamiento de un sistema y predicen cómo actuará dicho sistema en determinadas circunstancias.

⁴ El conocimiento científico es:

- Descriptivo, explicativo y predictivo.
- Crítico y analítico.
- Metódico y sistemático.
- Controlable.
- Unificado.
- Lógicamente consistente.
- Comunicable por medio de un lenguaje preciso.
- Objetivo.
- Provisorio.

for(A;B;C)
D;

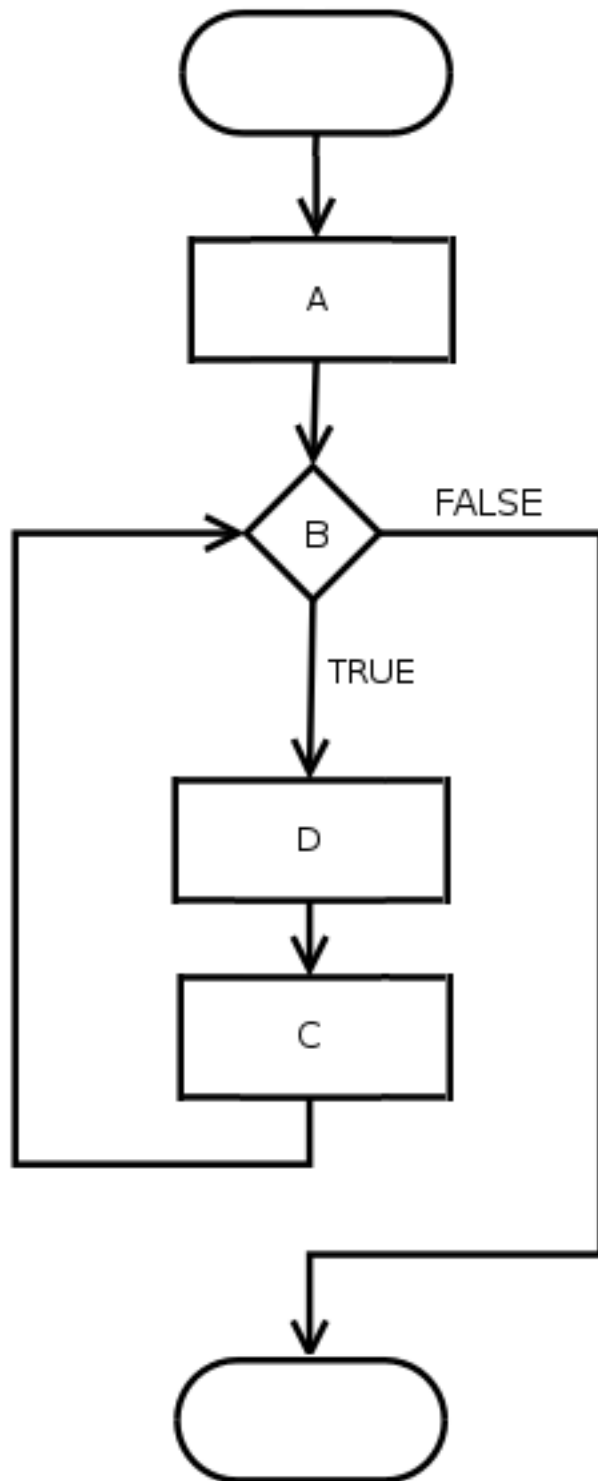


Figura 15. Diagrama de flujo de actividades para un loop (bucle)



Figura 16. Este diagrama de flujo de un ejemplo del autor y teórico del diseño, tendría cierta analogía con lo descrito por Bruno Munari (1907-1998) en su libro *¿Cómo nacen los objetos?* (Munari, Bruno. *¿Cómo nacen los objetos?* Trad. Carmen Artal Rodríguez. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1983. p. 64).

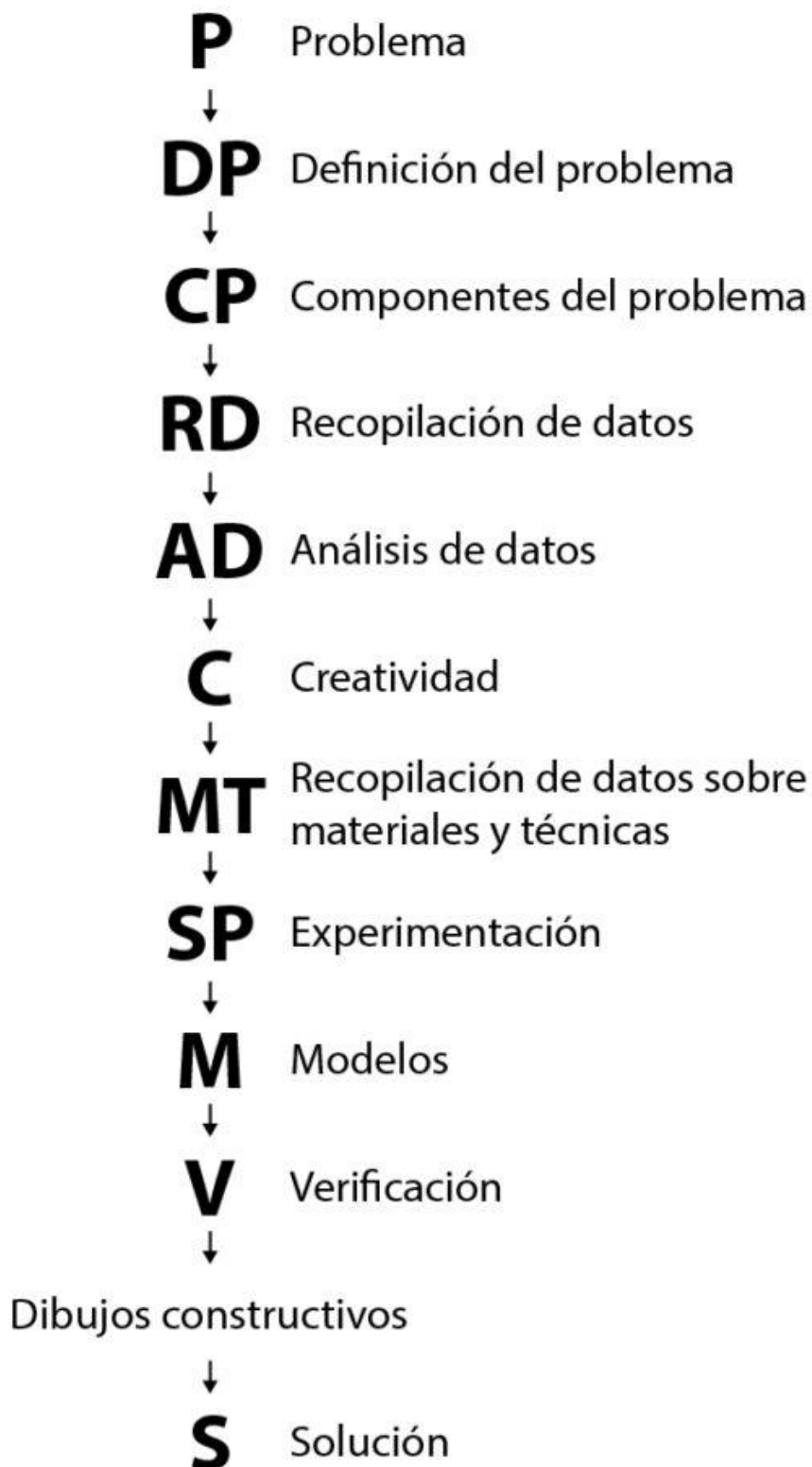


Figura 17. En abstracto, el método de Bruno Munari posee algo del diagrama de flujos computacional, desarrollado por analistas programadores de software

(licenciados e ingenieros en informática, programadores, analistas de sistemas, etc.). Pero carece del *feedback* o retorno. El método de Bruno Munari es más lineal.

Bruce Archer (1922-2005) desarrolló un modelo prescriptivo más detallado, el cual se resume en la siguiente figura. Éste incluye interacción con el mundo exterior del proceso de diseño, como información del cliente, la capacitación y experiencia del diseñador, otras fuentes de información, etc. El resultado es, por supuesto, la comunicación de una solución específica. Esta información de entrada y los resultados se muestran como algo externo al proceso de diseño en el diagrama de flujo, el cual también tiene como característica muchos ciclos de retroalimentación. Dentro del proceso de diseño, Archer identificó seis tipos de actividad:

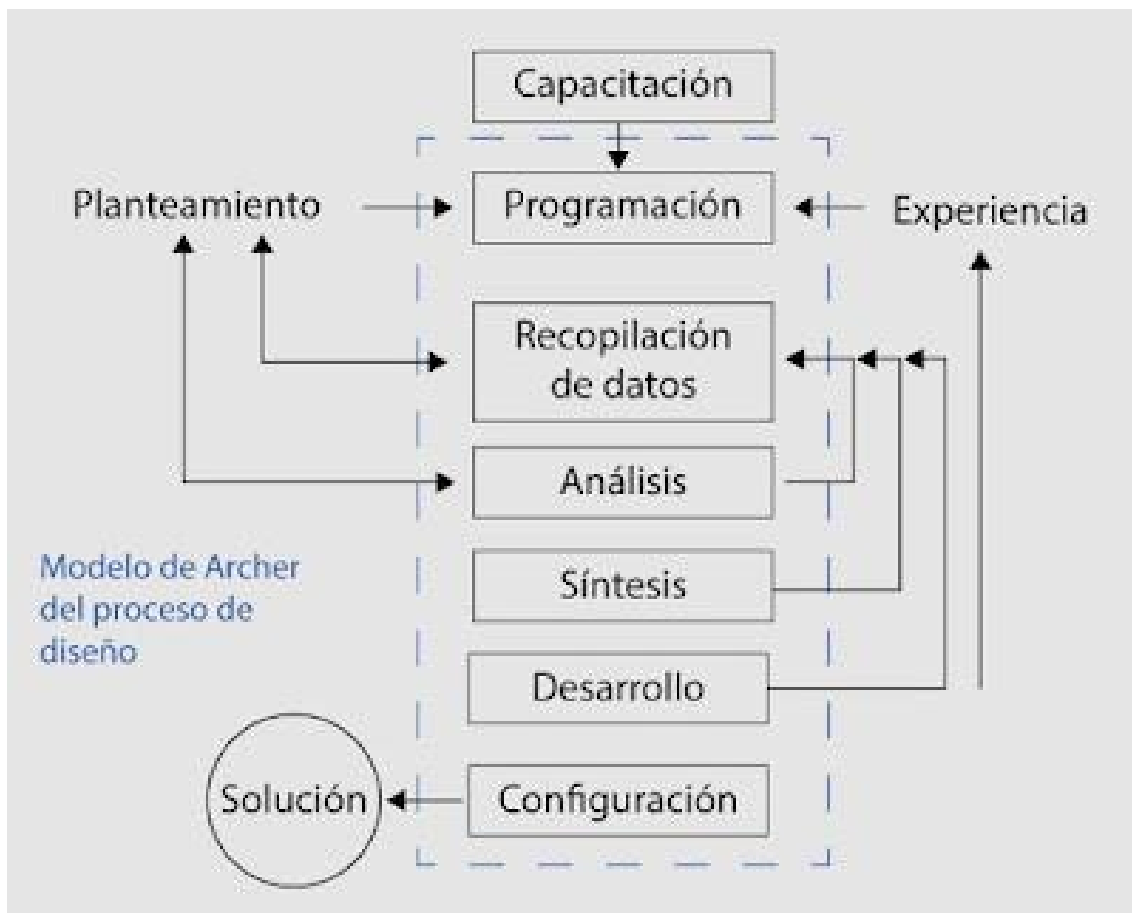


Figura 18. El diagrama es análogo a un diagrama de flujos pero no es exactamente igual.

Programación- establecer aspectos cruciales; proponer un curso de acción. (Un esquema de lo que se va a hacer).

Recopilación de datos- recopilar, clasificar y almacenar datos.

Análisis- identificar problemas secundarios; preparar especificaciones de rendimiento (o de diseño); reevaluar el programa propuesto y estimaciones.

Síntesis- preparar bosquejos de las propuestas de diseño.

Desarrollo- desarrollar un diseño o diseños prototipo; preparar y realizar estudios de validación.

Comunicación- preparar la documentación de manufactura.

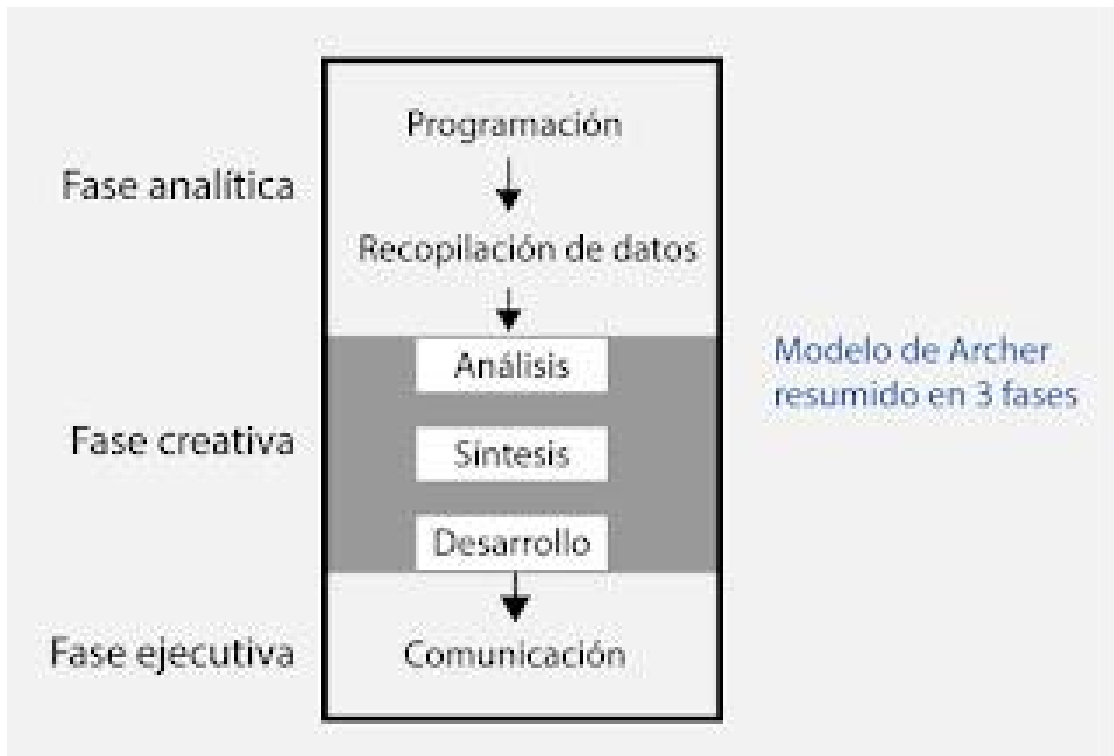


Figura 19. Archer resumió a éste como un proceso de tres amplias fases: analítica, creativa y ejecutiva (ver figura).

Sugirió que una de las características especiales del proceso de diseño es que la fase analítica con la que comienza requiere una observación objetiva y un razonamiento inductivo, en tanto que la fase creativa, que está en el corazón de la misma, requiere participación, juicio subjetivo y razonamiento deductivo. Una vez que se toman las decisiones cruciales, el proceso de diseño continúa con la ejecución de los dibujos de trabajo, programas, etc., en una forma objetiva y descriptiva, como ya se mencionó. El proceso de diseño es, de esa forma, un sandwich creativo. El pan del objetivo y del análisis sistemático puede ser grueso o delgado, pero el hecho creativo siempre está ahí en el medio.

La Fase Analítica se corresponde a la etapa (1) empatizar del *Design Thinking*. La Fase Creativa se corresponde a las etapas (2) definir, (3) idear, (4) prototipar y la Fase Ejecutiva se corresponde a la etapa (5) prueba del *Design Thinking*.

En Archer existe un espíritu análogo conceptual (no exactamente igual) a Bruno Munari. Lo que hay que hacer es integrar estos métodos en uno.

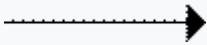
Por otro lado, el proceso creativo puede definirse como los conceptos principales orientados a la creatividad y el potencial de la misma en la vida cotidiana, en los negocios y el diseño. Se abordan las barreras de la creatividad y el enfoque de la misma en la educación en nuestro país. El proceso creativo que se aborda en esta primera parte es el tradicional que abordan las materias de Metodología del Diseño Industrial y pueden ser transferidas al *Design Thinking*. El proceso creativo tradicional (Wallas, 2014) que se considera está definido por Graham Wallas en el año 1926 en su libro

El arte del pensamiento. Esto se realiza con la finalidad de poder contrastar el cambio de paradigma de la creatividad. En la tabla N° 1 se muestran las etapas de ambos paradigmas.

Modelo	Design Thinking
Preparación	Empatizar
Incubación	Definir
Iluminación	Idear
Verificación	Prototipar
Verificación	Evaluar

Tabla 3: El paradigma tradicional y moderno del proceso creativo. Fuente, elaboración propia.

El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI, por su siglas en inglés) estableció estándares para los diagramas de flujo y sus símbolos en los años 1960s. La Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) adoptó los símbolos ANSI en 1970. El estándar actual, ISO 5807, fue revisado en 1985.

Forma ANSI/ISO	Nombre	Descripción
	Línea de flujo (Flecha)	Muestra el orden de operación de los procesos. Una línea saliendo de un símbolo y apuntando a otro. Las flechas se agregan si el flujo no es el estándar de arriba hacia abajo, de izquierda a derecha.
	Terminal	Indica el inicio o fin de un programa o subprocesos. Se representa como un óvalo. Usualmente contienen la palabra "Inicio" o "Fin", o alguna otra frase señalando el inicio o fin de un proceso, como "presentar consulta" o "recibir producto".
	Proceso	Representa un conjunto de operaciones que cambiar el valor, forma o ubicación de datos. Representado como un rectángulo.

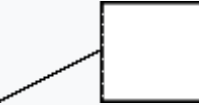
	Decisión	Muestra una operación condicional que determina cuál de los dos caminos tomará el programa. La operación es comúnmente una pregunta de sí/no o una prueba de verdadero/falso. Representada como un rombo.
	Entrada	Indica el proceso de hacer entrar datos en la forma de ingresar datos. Representado como un paralelogramo.
	Salida	Indica el proceso de hacer salir datos, en la forma de mostrar resultados. Representado como una hoja de papel impresa.
	Anotación (Comentario)	Indica información adicional acerca de un paso en el programa. Representado como un rectángulo abierto con una línea (que puede ser punteada) conectándolo con el símbolo correspondiente del diagrama de flujo.
	Proceso Predefinido	Muestra, por su nombre, un proceso que ha sido definido en otro lugar. Representado como un rectángulo con un doble lateral en cada lado.
	Conector de Página	Pares de conectores etiquetados reemplazan líneas largas o confusas en la página del diagrama. Representados como pequeños círculos con una letra dentro.
	Conector fuera de página	Un conector etiqueta para usar cuando el objetivo es otra página. Representado con la forma de pentágono.

Figura 20. Mi propuesta final que integre todo:

Un ejemplo ilustrativo de aplicación del diagrama de flujo es el siguiente:

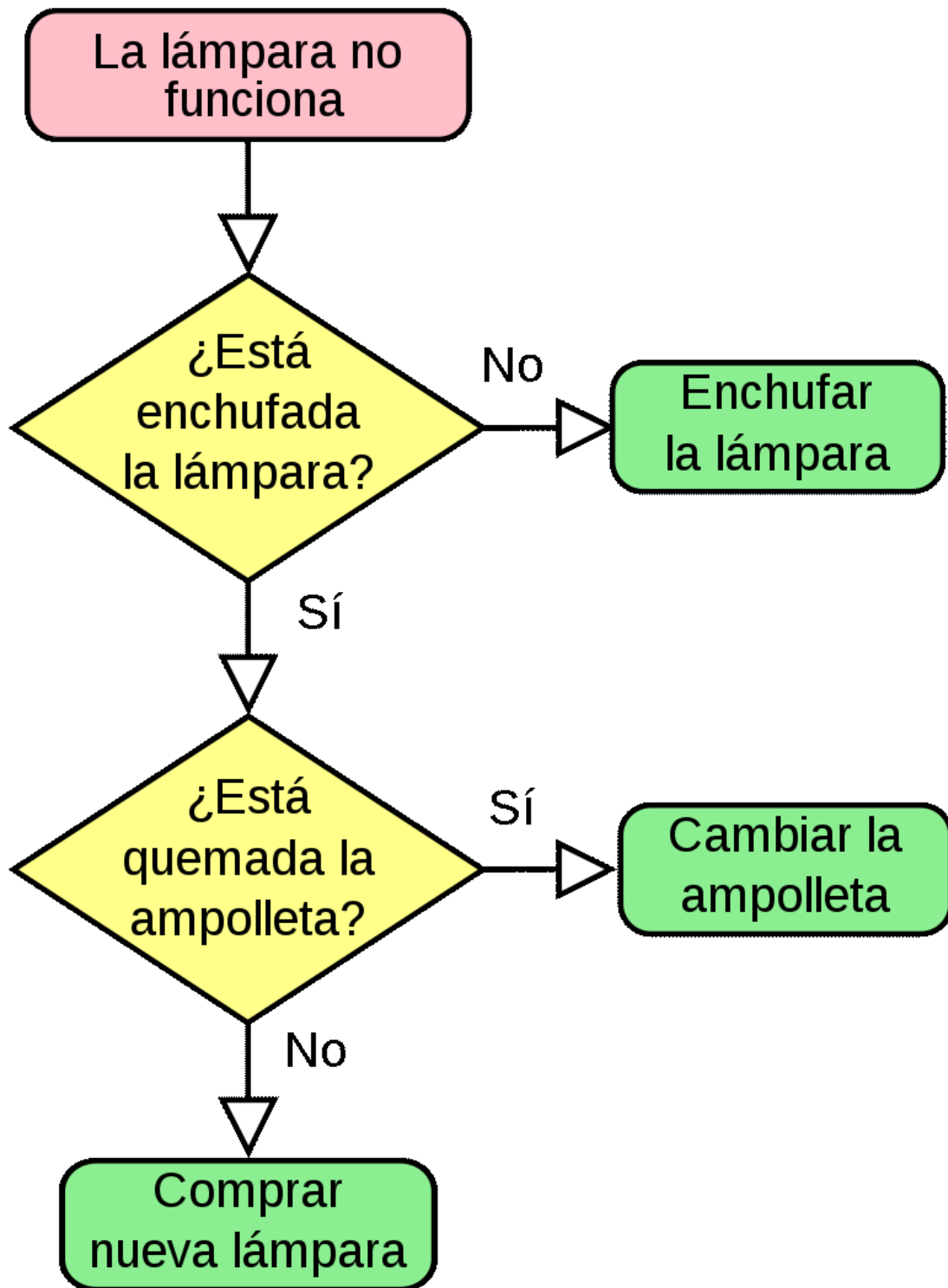


Figura 21. Se han intentado realizar modelos de diagrama de flujo aplicados al Diseño Industrial, pero no están normalizados, ver el siguiente ejemplo:

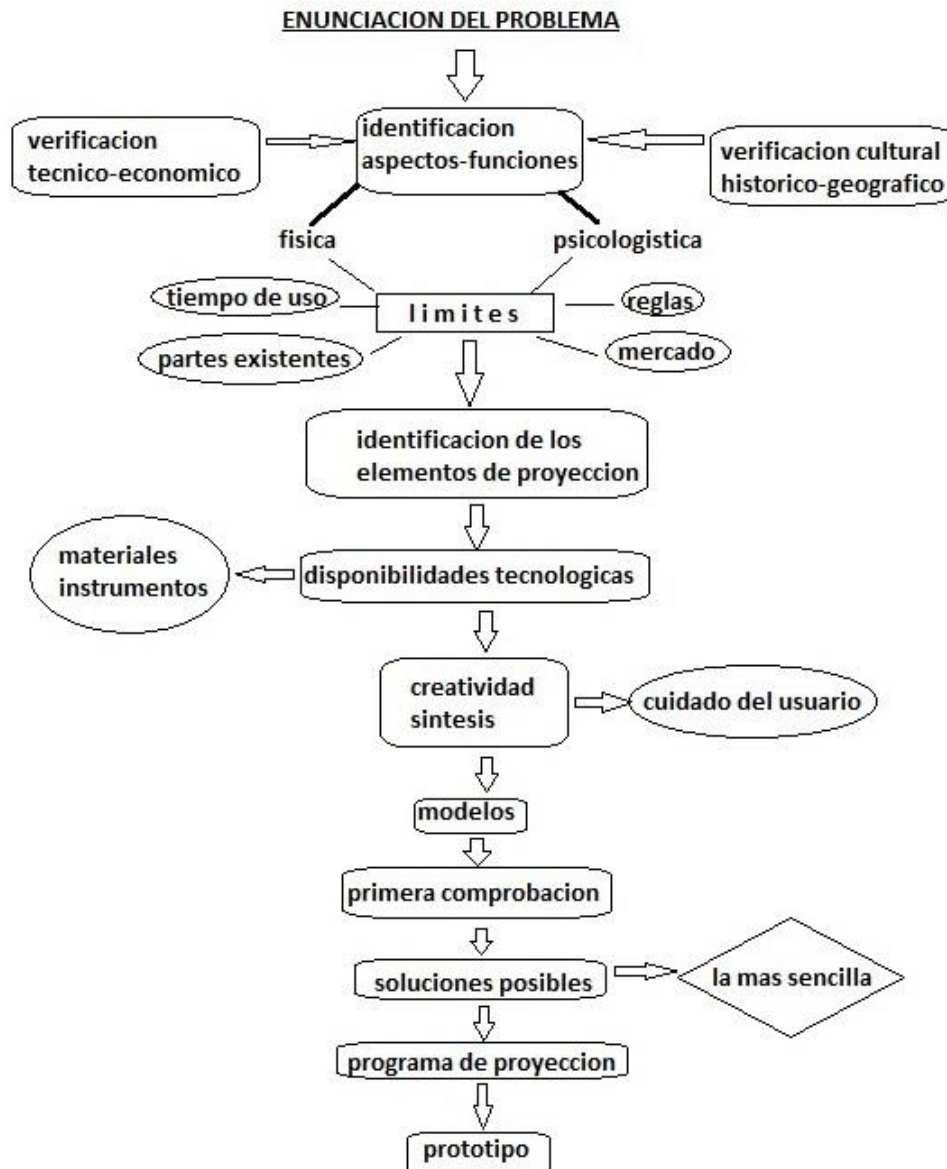


Figura 22. Una metodología típica del Diseño Industrial.

¿Cuál es la diferencia entre metodología de la investigación científica y métodos del diseño?

Existen algunas similitudes entre algunos métodos que nos permiten hablar de constantes metodológicas. Tan solo por citar algunos casos, por ejemplo.

Asimow describe un proceso general de solución de problemas que llama proceso de diseño y también tiene sus seis (6) etapas: (1) Análisis, (2) Síntesis, (3) Evaluación y decisión, (4) Optimización, (5) Revisión y (6) Instrumentación.

Del mismo modo, Archer describe un esquema de seis (6) etapas: (1) programación, (2) recogida de datos, (3) análisis, (4) síntesis, (5) desarrollo y (6) comunicación (67).

Igualmente Fallon desarrolla un esquema de seis (6) etapas: (1) preparación, (2) información, (3) valoración, (4) creatividad, (5) selección y (6) proyecto.

Por su parte, Gugelot también describe seis (6) etapas en su proceso de desarrollo: (1) Etapa de información, (2) Etapa de investigación, (3) Etapa de

diseño, (4) Etapa de decisión, (5) Etapa de cálculos y (6) Etapa de realización del modelo.

En tanto la metodología de la investigación científica estudia los procedimientos de abordajes de “objetos científicos”, en tanto los métodos del diseño estudia los procedimientos de abordaje de los “objetos de diseño” se deben integrar ambos del siguiente modo en el *Design Thinking* con un diseño de tipo software.

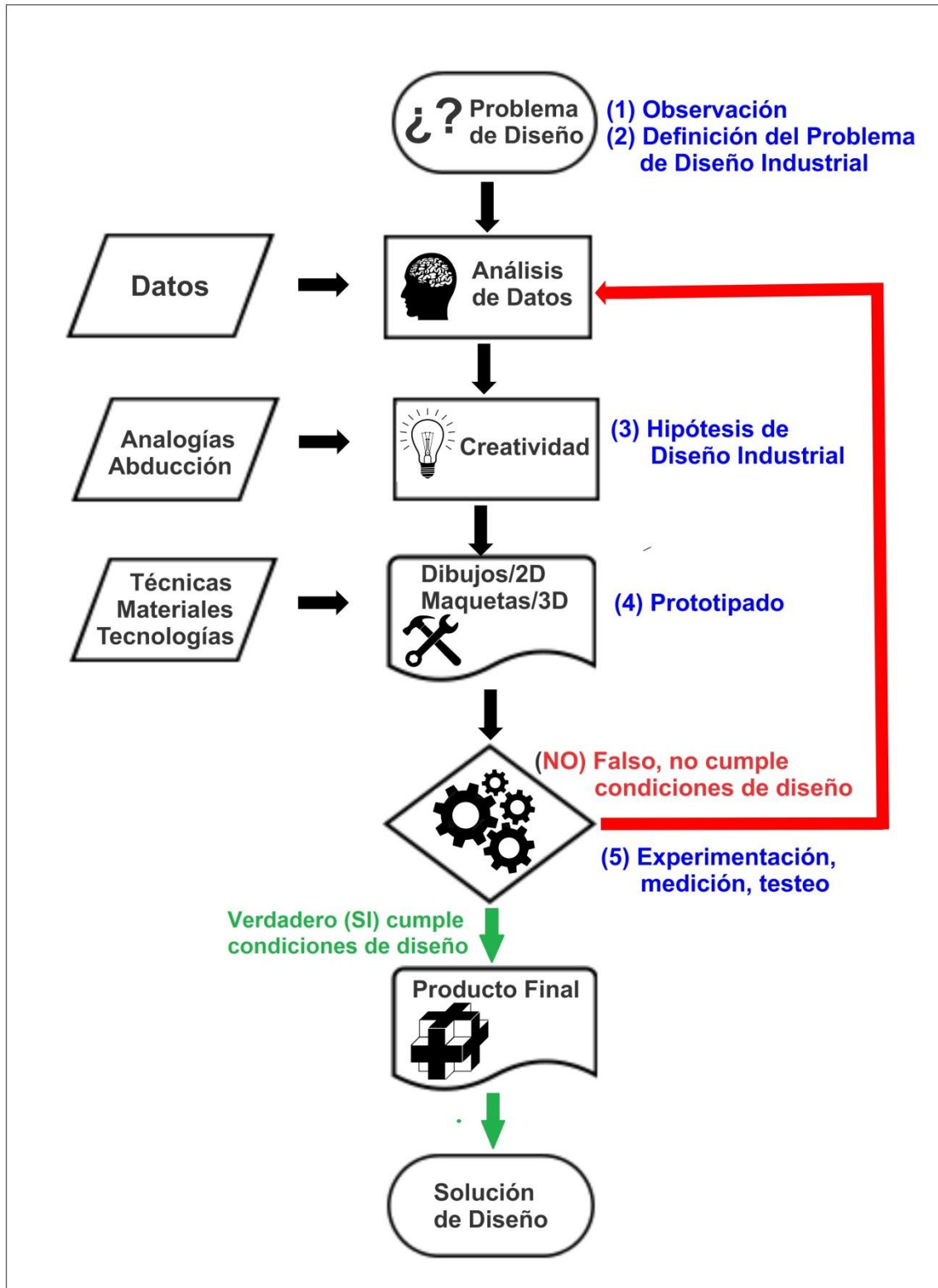


Figura 23. La analogía dota al proceso de diseño de la capacidad de abducción objetiva para tejer y formular hipótesis, relacionar hechos, codificar eslabones nuevos y proyectar bidimensionalmente o tridimensionalmente estos constructos mentales. La imagen de diseño de software corresponde a la analogía entre el design Thinking y el programa de Diseño Industrial académico y formal.

Debate:

El análisis proporcionado muestra una interesante conexión entre las etapas del Design Thinking y el proceso científico de desarrollo tecnológico (I+D+i) que siguen los diseñadores industriales e investigadores de Ciencia y Tecnología (CyT). Vamos a resumir la correlación identificada:

-Empatizar (Design Thinking) y Observación (Método Científico): La etapa de empatizar se relaciona con la observación en el método científico, donde se busca comprender las necesidades de los usuarios/clientes o identificar fenómenos relevantes.

-Definir (Design Thinking) y Hipótesis (Método Científico): La etapa de definir se asocia con la formulación de hipótesis en el método científico, donde se establece claramente el problema o la pregunta a abordar.

-Idear (Design Thinking) y Ideación de la Innovación (Método Científico): La etapa de idear en Design Thinking se relaciona con la generación de hipótesis de diseño en el método científico, donde se proponen soluciones o diseños potenciales.

-Prototipar (Design Thinking) y Experimentación y Medición (Método Científico): La etapa de prototipar se conecta con la fase de experimentación y medición en el método científico, donde se crea un modelo inicial para evaluar su viabilidad.

-Prueba (Design Thinking) y Prueba o Testeo (Método Científico): La etapa de prueba en Design Thinking corresponde a la fase de experimentación y medición en el método científico, donde se evalúa el prototipo en condiciones controladas.

-Conclusiones (Design Thinking) y Falsabilidad de Hipótesis de Diseño (Método Científico): Las conclusiones en Design Thinking se relacionan con la evaluación de la falsabilidad de las hipótesis de diseño en el método científico.

-Reproducibilidad o Repetibilidad (Design Thinking) y Revisión por Pares (Método Científico): La reproducibilidad y repetibilidad en Design Thinking se asocian con la revisión por pares en el método científico, donde otros diseñadores e ingenieros evalúan y validan el método de fabricación industrial del producto.

Este análisis resalta la convergencia de procesos creativos y científicos en el desarrollo de proyectos de diseño industrial, mostrando cómo ambos enfoques comparten elementos esenciales para lograr resultados exitosos y validación en la comunidad académica o científica.

La diferencia entre la metodología de la investigación científica y los métodos del diseño radica en el enfoque y los objetivos de cada uno, aunque existen similitudes en las estructuras de etapas utilizadas por diversos autores en ambos campos.

Por cuanto, la metodología de la investigación científica se centra en el estudio de los procedimientos y enfoques utilizados para abordar "objetos científicos". Implica un proceso riguroso y sistemático para investigar fenómenos, probar hipótesis y generar conocimiento científico. Por lo general, sigue una estructura clásica que incluye etapas como: observación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de datos, conclusiones, publicación y revisión por pares.

En tanto, los métodos del diseño se centran en los procedimientos para abordar "objetos de diseño". Están más relacionados con la creación de soluciones prácticas y funcionales para problemas específicos. Aunque hay diversidad en los métodos de diseño, muchos comparten algunas etapas comunes, como se ejemplifica con los autores mencionados: análisis, síntesis, evaluación y decisión, optimización, revisión, instrumentación (en el caso de Asimow).

Para integrar ambos enfoques en el Design Thinking, que mencionas que tiene un diseño de tipo software, se puede considerar lo siguiente:

-Entendimiento del Problema (Similar a Análisis): En el Design Thinking, la comprensión profunda del problema se alinea con la etapa de análisis.

-Generación de Ideas (Similar a Síntesis y Creatividad): La fase de ideación en Design Thinking puede vincularse con las etapas de síntesis y creatividad en los métodos del diseño.

-Prototipado y Pruebas (Similar a Evaluación y Decisión): Las etapas de prototipado y pruebas en Design Thinking comparten similitudes con la evaluación y la toma de decisiones en los métodos de diseño.

-Iteración (Similar a Revisión): La iteración continua, común en Design Thinking, se asemeja a la revisión en los métodos de diseño.

-Implementación (Similar a Realización del Modelo): La fase de implementación en Design Thinking puede relacionarse con la realización del modelo en los métodos de diseño.

La clave para la integración efectiva es comprender cómo cada etapa contribuye al proceso general y cómo se pueden adaptar según el contexto del proyecto, ya sea en investigación científica o diseño.

Autor/Metodología	Empatizar	Definir	Idear	Prototipar	Probar
Munari, Bruno (1971)	Investigación	Programa	Concepto	Materialización	Verificación
Papanek, Victor (1984)	Definición del problema	Investigación	Estrategias alternativas	Prototipo	Evaluación
Jones, Christopher (1970)	Divergencia	Transformación	Convergencia	Evaluación preliminar	Optimización
Löblich, Bernd (1976)	Análisis del problema	Especificación de requisitos	Desarrollo de conceptos	Prototipos	Evaluación
Dixon, Tom (2000)	Brief	Concepto inicial	Desarrollo	Prototipos	Revisión
Earl, Harley J. (1950)	Investigación del mercado	Diseño preliminar	Modelo a escala	Prototipo	Pruebas
Krick, Edward (1969)	Análisis de necesidades	Diseño conceptual	Desarrollo de productos	Prototipos	Evaluación
Asimow, Morris (1962)	Requerimientos	Síntesis	Análisis	Modelado	Evaluación
Archer, Bruce (1965)	Análisis	Diseño	Desarrollo	Prototipado	Evaluación

La metodología del Design Thinking como muchas otras consta de cinco etapas. Sin embargo, el método científico MC-14 tiene ocho etapas, lo que indica un proceso más detallado y estructurado.

Munari, Bruno (1971): Su metodología incluye la investigación para entender el problema, la creación de un programa de trabajo, el desarrollo de conceptos, la materialización de estos conceptos en prototipos y la verificación final.

Papanek, Victor (1984): Papanek enfatiza la definición del problema, seguido de una profunda investigación, generación de estrategias alternativas, prototipado y evaluación de los resultados.

Jones, Christopher (1970): Este método se centra en una fase inicial de divergencia para explorar todas las posibilidades, seguido de una transformación y convergencia hacia soluciones viables, evaluación preliminar y optimización.

Löblich, Bernd (1976): Inicia con un análisis del problema, especifica los requisitos, desarrolla conceptos, crea prototipos y finaliza con la evaluación de estos prototipos.

Dixon, Tom (2000): Comienza con un brief, desarrolla un concepto inicial, procede al desarrollo detallado, crea prototipos y realiza revisiones.

Earl, Harley J. (1950): Su proceso incluye investigación de mercado, diseño preliminar, creación de modelos a escala, prototipado y pruebas.

Krick, Edward (1969): Se enfoca en el análisis de necesidades, diseño conceptual, desarrollo de productos, creación de prototipos y evaluación.

Asimow, Morris (1962): Incluye requerimientos, síntesis de la información, análisis detallado, modelado de soluciones y evaluación.

Archer, Bruce (1965): Su metodología abarca el análisis, diseño, desarrollo, prototipado y evaluación.

Todas las metodologías, al igual que el Design Thinking se pueden dividir en cinco etapas principales:

- (1) Empatizar: En esta etapa, se busca comprender a fondo las necesidades, deseos y problemas de los usuarios. Esto se logra a través de técnicas como entrevistas, observación y encuestas, permitiendo al equipo de diseño ponerse en el lugar del usuario y entender su perspectiva.
- (2) Definir: Con la información obtenida en la etapa de empatía, se define claramente el problema o desafío que se desea abordar. Esta etapa implica sintetizar la información para identificar patrones y elaborar una declaración del problema centrada en el usuario.
- (3) Idear: En esta etapa, se generan una amplia variedad de ideas y posibles soluciones al problema definido. Utilizando técnicas de creatividad como el brainstorming, el equipo de diseño explora todas las opciones sin restricciones, fomentando la innovación y el pensamiento fuera de lo común.
- (4) Prototipar: Las ideas más prometedoras se convierten en prototipos tangibles. Estos prototipos pueden ser desde modelos básicos hasta versiones más detalladas, y sirven para explorar cómo podrían funcionar las soluciones en la práctica. El objetivo es iterar rápidamente y aprender de los errores y aciertos.
- (5) Probar: Los prototipos se prueban con usuarios reales para obtener feedback y evaluar su efectividad. Esta etapa implica observar cómo los usuarios interactúan con los prototipos, recoger sus comentarios y refinar las soluciones en base a esta retroalimentación. Es un proceso iterativo que puede llevar a nuevas ideas y ajustes hasta llegar a la mejor solución posible.

Estas etapas, aunque presentadas de forma secuencial, suelen ser iterativas y pueden repetirse varias veces a lo largo del proceso de diseño.

En tanto el método científico MC-14 posee ocho etapas. A continuación se enumeran y se proporciona una breve descripción de cada una:

- (1) Observación: Análisis inicial del problema o necesidad. Esta etapa implica observar y recolectar información relevante para identificar claramente el problema a resolver.
- (2) Hipótesis: Propuesta de soluciones basadas en la observación. En esta etapa se formulan hipótesis que pueden explicar el problema y que guiarán el proceso de experimentación.
- (3) Experimentación: Creación de prototipos y pruebas iniciales. Aquí se realizan experimentos controlados para probar las hipótesis propuestas y recolectar datos.
- (4) Medición: Recopilación de datos cuantitativos y cualitativos. Se mide y analiza el rendimiento de los prototipos, recogiendo información útil para evaluar la validez de las hipótesis.
- (5) Falsabilidad: Verificación y refutación de hipótesis. En esta etapa se comprueba si las hipótesis pueden ser refutadas por los datos obtenidos, asegurando su validez.
- (6) Reproducibilidad: Validación del proceso por otros diseñadores/ingenieros. Se verifica que otros puedan replicar los

experimentos y obtener los mismos resultados, asegurando la consistencia del método.

- (7) Repetibilidad: Capacidad de producir en serie el diseño. Se evalúa si el diseño puede ser repetido de manera consistente en una producción a mayor escala.
- (8) Publicación: Documentación y revisión por pares. Finalmente, se documentan los hallazgos y se publican para que otros puedan revisar y validar el trabajo realizado.

Debate/Discusión (Parte 1).

Recurriendo a la Inteligencia Artificial (Chat GPT, DeepSeek, Qwen) para el análisis de este texto y la comparación de la información con sus Bases de Datos se elaboró el siguiente script Python alojado en GitHub y desplegado con Streamlit.

El archivo proporcionado contiene un script en Python que utiliza la biblioteca Streamlit para crear una aplicación interactiva que describe y compara dos metodologías: el Método Científico MC-14 y el Método de Diseño Industrial (MPDI). El script configura la página con un título y diseño amplio, define diccionarios con descripciones detalladas de cada etapa de ambas metodologías, y emplea Mermaid para renderizar diagramas de flujo interactivos con ventanas emergentes que explican cada paso al pasar el mouse o hacer clic. La aplicación permite seleccionar entre MC-14 y MPDI, mostrando diagramas estructurados según la norma ISO 5807:1985, con iconos descriptivos y ejemplos prácticos para facilitar la comprensión.

El MC-14, un método científico de 14 etapas, guía procesos de investigación mediante observación curiosa, planteamiento de problemas, revisión de literatura, formulación de hipótesis, diseño experimental, recolección y análisis de datos, conclusiones, redacción de informes, revisión por pares, publicación y retroalimentación. Por su parte, el MPDI se centra en el diseño industrial, integrando etapas como empatizar con usuarios, definir problemas, investigación de tendencias, ideación, prototipado 3D, evaluación técnica, iteración, documentación, validación con usuarios, producción y estrategias de marketing. Ambos métodos comparten un enfoque iterativo, pero difieren en su orientación: el MC-14 prioriza la validación hipotético-deductiva y el rigor académico, mientras el MPDI enfatiza la resolución creativa de problemas, la viabilidad técnica y la satisfacción del usuario final.

El objetivo del proyecto fue sintetizar teoría y práctica en una herramienta accesible, utilizando IA para refinar descripciones técnicas y garantizar alineación con marcos académicos. Se optimizó la usabilidad con ajustes visuales, tooltips detallados y ejemplos concretos, como la reducción del 67% en consumo energético de motores. Entre los logros destacan la integración de estándares ISO, la claridad en la representación de procesos complejos y la adaptabilidad para múltiples audiencias. Las limitaciones incluyen desafíos en el diseño responsive de ventanas emergentes, mientras futuras mejoras apuntan a multilingüismo, exportación de datos y conexión con bases externas. En conclusión, la herramienta demuestra cómo la tecnología y la IA pueden facilitar la enseñanza y aplicación de metodologías científicas y de diseño, destacando la convergencia entre rigor académico y enfoques prácticos centrados en el usuario.

A continuación Script Python (1):

```
import streamlit as st
import streamlit.components.v1 as components

# Configuración inicial de la página
st.set_page_config(page_title="MC-14 y MPDI", layout="wide")

# Información del autor (Texto en blanco)
st.markdown("""
<div style='background-color: #2D2D2D; padding: 20px; border-radius: 10px; margin-bottom: 20px;'>
  <h2 style='color: white;'>👤 Autor</h2>
  <p style='color: white;'>© 2025 <strong>Ibar Federico Anderson, Ph.D., Master, Industrial
  Designer</strong></p>
  <div style='display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;'>
    <div>
      <p style='color: white;'> <a href="https://scholar.google.com/citations?user=mXD4RFUAAAAJ&hl=en"
      target="_blank" style='color: white;'>Google Scholar</a></p>
      <p style='color: white;'> <a href="https://orcid.org/0000-0002-9732-3660" target="_blank" style='color:
      white;'>ORCID</a></p>
    </div>
    <div>
      <p style='color: white;'> <a href="https://www.researchgate.net/profile/Ibar-Anderson"
      target="_blank" style='color: white;'>Research Gate</a></p>
      <p style='color: white;'> <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/" target="_blank"
      style='color: white;'>CC BY 4.0 License</a></p>
    </div>
  </div>
</div>
""", unsafe_allow_html=True)

# Título de la aplicación con ISO 5807:1985 (Texto en negro)
st.markdown("""
<h1 style='text-align: center; color: black;'>Selecciona una metodología</h1>
<p style='text-align: center; color: black; font-size: 18px;'>Los diagramas de flujo computacionales
  (Flowcharts) están basados en la norma <strong>ISO 5807:1985</strong>, que define las convenciones
  gráficas para representar procesos lógicos y estructuras de datos.</p>
""", unsafe_allow_html=True)

# Botones personalizados para seleccionar metodología
col1, col2 = st.columns(2)

with col1:
  if st.button("MC-14: Método Científico", key="mc14_button", help="Selecciona esta opción para ver
  el flujo del Método Científico"):
    st.session_state["selected_option"] = "MC-14: Método Científico"

with col2:
  if st.button("MPDI: Diseño Industrial", key="mpdi_button", help="Selecciona esta opción para ver el
  flujo del Diseño Industrial"):
    st.session_state["selected_option"] = "MPDI: Diseño Industrial"

# Mostrar el diagrama según la selección
if "selected_option" in st.session_state:
  option = st.session_state["selected_option"]

  if option == "MC-14: Método Científico":
    st.subheader("MC-14: Método Científico")
    render_mermaid(mc14_diagram, mc14_descriptions)
  elif option == "MPDI: Diseño Industrial":
    st.subheader("MPDI: Diseño Industrial")
    render_mermaid(mpdi_diagram, mpdi_descriptions)

# Pie de página
st.markdown("---")
st.markdown("Desarrollado por Ibar Federico Anderson © 2025")
```

A continuación Script HTML (2):

```

<!-- Información del autor -->
<div style='background-color: #2D2D2D; padding: 20px; border-radius: 10px; margin-bottom: 20px;'>
  <h2 style='color: white;'>👤 Autor</h2>
  <p style='color: white;'>© 2025 <strong>Ibar Federico Anderson, Ph.D., Master, Industrial Designer</strong></p>
  <div style='display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;'>
    <div>
      <p style='color: white;'> <a href="https://scholar.google.com/citations?user=mXD4RFUAAAAJ&hl=en"
target="_blank" style='color: white;'>Google Scholar</a></p>
      <p style='color: white;'> <a href="https://orcid.org/0000-0002-9732-3660" target="_blank" style='color: white;'>ORCID</a></p>
    </div>
    <div>
      <p style='color: white;'> <a href="https://www.researchgate.net/profile/Ibar-Anderson" target="_blank"
style='color: white;'>Research Gate</a></p>
      <p style='color: white;'> <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/" target="_blank" style='color: white;'>CC BY 4.0 License</a></p>
    </div>
  </div>
</div>

<!-- Título de la aplicación -->
<h1 style='text-align: center; color: black;'>Selecciona una metodología</h1>
<p style='text-align: center; color: black; font-size: 18px;'>Los diagramas de flujo computacionales (Flowcharts) están basados en la norma <strong>ISO 5807:1985</strong>, que define las convenciones gráficas para representar procesos lógicos y estructuras de datos.</p>

```

A continuación script CSS Code (3):

```
/* Estilos generales */
body {
    background-color: #2c3e50;
    color: white;
}
.stApp {
    background-color: #2c3e50;
}
.css-1d391kg {
    background-color: #2c3e50;
}
.stSelectbox label {
    color: white !important;
}
.mermaid {
    background-color: #2c3e50;
}

/* Tooltip */
.tooltip {
    position: fixed;
    background-color: #34495e;
    color: white;
    padding: 30px;
    border-radius: 12px;
    box-shadow: 0 0 20px rgba(0,0,0,0.3);
    z-index: 1000;
    max-width: 600px; /* Más ancho */
    font-size: 22px; /* Fuente más grande */
    line-height: 1.4; /* Espaciado entre líneas */
    pointer-events: none;
    transition: all 0.2s ease;
    border: 2px solid #45566e;
    max-height: 400px; /* Altura máxima */
    overflow-y: auto; /* Scroll vertical si es necesario */
}
```

A continuación script JavaScript (4):

```
// Cargar Mermaid
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/mermaid/dist/mermaid.min.js"></script>

// Función para mostrar tooltips
<script>
  function showTooltip(event, title, description) {
    const tooltip = document.createElement('div');
    tooltip.className = 'tooltip';
    tooltip.innerHTML = `
      <div style="background-color: #34495e; color: white; padding: 30px; border-radius: 12px;
font-size: 22px; line-height: 1.4; max-height: 400px; overflow-y: auto;">
        <h3 style="margin: 0 0 15px; font-size: 30px;">${title}</h3>
        <hr style="border: 1px solid white; margin: 15px 0;">
        <p style="margin: 0; font-size: 22px;">${description.trim()}</p>
      </div>`;
    tooltip.style.position = 'fixed';
    tooltip.style.left = (event.pageX + 10) + 'px';
    tooltip.style.top = (event.pageY + 10) + 'px';
    document.body.appendChild(tooltip);
  }

  function hideTooltip() {
    const tooltips = document.querySelectorAll('.tooltip');
    tooltips.forEach(t => t.remove());
  }

  document.addEventListener('DOMContentLoaded', function() {
    setTimeout(() => {
      const nodes = document.querySelectorAll('.node');
      nodes.forEach(node => {
        node.style.cursor = 'pointer';
        const title = node.textContent.trim();
        const description = {descriptions}[title] || '';
        node.addEventListener('click', (e) => {
          showTooltip(e, title, description);
        });
        node.addEventListener('mouseout', hideTooltip);
      });
    }, 2000);
  });

  // Inicializar Mermaid
  mermaid.initialize({ startOnLoad: true });
</script>
```

A continuación script de iconografías del diagrama de flujo en Python en con Dracula (Pro):

```
# Diagramas de flujo en Mermaid
mc14_diagram = """
%%{init: {'theme': 'base', 'themeVariables': { 'fontFamily': 'arial', 'fontSize': '16px' }}}%%
flowchart TD
    A([Q Observación Curiosa]) --> B[? Planteamiento del Problema]
    B --> C[/📖📄 Revisión de Literatura/]
    C --> D{? Hipótesis}
    D --> E[/🔍📋 Formulación/]
    E --> F[📁📊 Diseño Experimental]
    F --> G[📁📊 Recolección de Datos]
    G --> H[📁📊 Análisis de Datos]
    H --> I{📁📊 Conclusión}
    I --> J[📁📊 Apoya Hipótesis]
    I --> K[📁📊 No Apoya]
    J --> L[/📁📊 Redacción del Informe/]
    K --> M[📁📊 Revisión de Hipótesis]
    M --> E
    L --> N[📁📊 Revisión por Pares]
    N --> O[📁📊 Publicación]
    O --> P[📁📊 Retroalimentación]
    P --> Q[📁📊 Nuevas Preguntas]
    Q --> A
    M --> R[📁📊 Fin del Proceso]
    R --> S[📁📊 Fin]

    classDef default fill:#3498db,stroke:#2980b9,color:white,stroke-width:2px
    classDef round fill:#e74c3c,stroke:#c0392b,color:white,cursor:pointer
    classDef diamond fill:#2ecc71,stroke:#27ae60,color:white,cursor:pointer
    classDef parallel fill:#9b59b6,stroke:#8e44ad,color:white,cursor:pointer
    classDef circle fill:#f1c40f,stroke:#f39c12,color:white,cursor:pointer
    classDef database fill:#1abc9c,stroke:#16a085,color:white,cursor:pointer

    linkStyle default stroke:#ffffff,stroke-width:2px

    class A,F,M,N round
    class D,H diamond
    class G,J parallel
    class K circle
    class L database
"""

mpdi_diagram = """
%%{init: {'theme': 'base', 'themeVariables': { 'fontFamily': 'arial', 'fontSize': '16px' }}}%%
flowchart TD
    A[🏠 Empatizar y Contextualizar] --> B[/? Definir el Problema/]
    B --> C[/📖📄🔍📋 Investigación Web y DeepSearch/]
    C --> D{? Ideación y Conceptualización}
    D --> E[/🔍📋 Generación/]
    E --> F[📁📊 Bocetos, Render 2D y Prototipos 3D]
    F --> G[📁📊 Evaluación Técnica]
    G --> H[📁📊 Iteración y Refinamiento]
    H --> I[📁📊 Documentación Técnica]
    I --> J[📁📊 Validación con Usuarios]
    J --> K[📁📊 No Aprobado]
    J --> L[📁📊 Revisión de Diseño]
    K --> E
    L --> M[📁📊 Producción y Fabricación]
    M --> N[📁📊 Lanzamiento]
    N --> O[📁📊 Comunicación y Marketing para Usuarios]
    O --> P[📁📊 Nuevas Mejoras]
    P --> A
    M --> Q[📁📊 Fin del Proceso]
    Q --> R[📁📊 Fin]

    classDef default fill:#3498db,stroke:#2980b9,color:white,stroke-width:2px
    classDef round fill:#e74c3c,stroke:#c0392b,color:white,cursor:pointer
    classDef diamond fill:#2ecc71,stroke:#27ae60,color:white,cursor:pointer
    classDef parallel fill:#9b59b6,stroke:#8e44ad,color:white,cursor:pointer
    classDef circle fill:#f1c40f,stroke:#f39c12,color:white,cursor:pointer
    classDef database fill:#1abc9c,stroke:#16a085,color:white,cursor:pointer

    linkStyle default stroke:#ffffff,stroke-width:2px

    class A,F,M,N round
    class D,H diamond
    class G,J parallel
    class K circle
    class L database
"""
```

Continuación del debate/discusión (Parte 2).

Desplegar (Deploy) el script Python en Streamlit Cloud en: <https://mc14mpdi-ilyltdrrgc2nbeiftn44xv5.streamlit.app/>

El script MC14_MPDI.py es una aplicación web interactiva desarrollada con Streamlit que permite visualizar y comparar dos metodologías estructuradas: el MC-14 (Método Científico de 14 etapas) y el MPDI (Metodología de Proyectos de Diseño Industrial), basándose en la norma ISO 5807:1985 para diagramas de flujo computacionales. Su objetivo principal es facilitar la comprensión de ambos procesos mediante representaciones gráficas interactivas, integrando descripciones detalladas de cada etapa y herramientas de visualización dinámica.

Con una interfaz de usuario intuitiva, la configuración inicial con título, autoría y enlaces académicos (Google Scholar, ORCID, ResearchGate) en un formato visualmente atractivo.

Selección de metodología mediante botones personalizados ("MC-14" o "MPDI").

Diagramas de flujo interactivos. Utiliza Mermaid.js para renderizar diagramas que siguen la norma ISO 5807:1985, con nodos, conectores y símbolos estandarizados.

Elementos visuales diferenciados por colores y formas (rombos para decisiones, círculos para procesos, etc.).

Interactividad mediante tooltips: al hacer clic en cualquier nodo, se despliega una ventana emergente con una descripción técnica ampliada de la etapa seleccionada, extraída de los diccionarios mc14_descriptions y mpdi_descriptions.

Las metodologías representadas son el MC-14: Abarca desde la observación inicial hasta la publicación y retroalimentación científica, incluyendo fases como revisión de literatura, diseño experimental y validación por pares.

Otra metodología presentada es: MPDI: Enfocado en diseño industrial, con etapas como empatía con usuarios, prototipado 3D, evaluación técnica y lanzamiento al mercado.

Ambos diagramas permiten ciclos iterativos (ej: revisión de hipótesis o diseño).

Respecto a la personalización visual, los estilos CSS integrados para tooltips, barras de desplazamiento y animaciones (ej: indicador de desplazamiento pulsante).

Diseño responsivo con ventanas emergentes posicionadas dinámicamente y contenido adaptable a pantallas grandes.

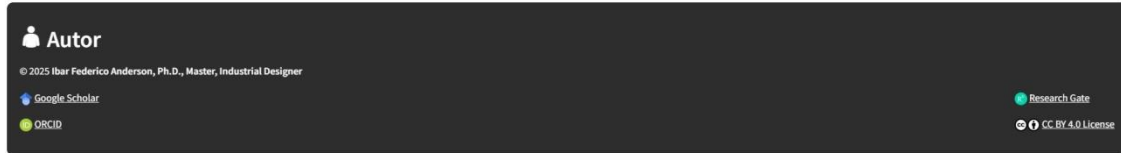
Integración de contenidos académicos: vincula las etapas del Design Thinking con el método científico, tal como se discute en el documento.

Las tecnologías utilizadas: Streamlit para el framework web y la gestión de estados de sesión. Mermaid.js para la generación de diagramas de flujo ISO 5807. HTML/CSS/JavaScript para personalizar tooltips, animaciones y estilos. JSON para estructurar las descripciones de etapas y su vinculación con los nodos.

El propósito académico del script sirve como herramienta pedagógica para visualizar procesos complejos de investigación (MC-14) y diseño industrial (MPDI) de manera accesible.

Promover la transparencia metodológica, alineándose con estándares internacionales.

Facilitar la comparación crítica entre enfoques científicos y prácticos, tal como se analiza en el documento adjunto sobre Design Thinking e I+D+i. En síntesis, el script combina rigor académico, normativas técnicas y diseño centrado en el usuario para democratizar el acceso a metodologías estructuradas, reflejando la intersección entre ciencia, diseño e innovación propuesta en la investigación adjunta.

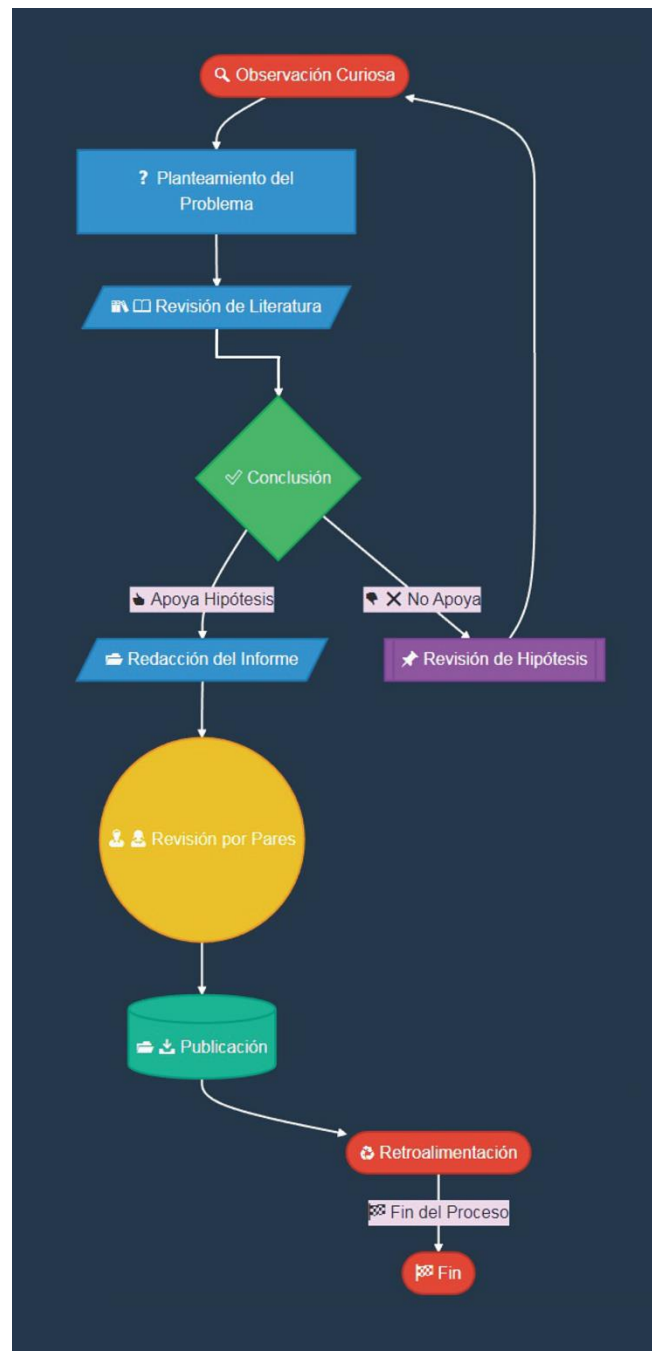


Selecciona una metodología

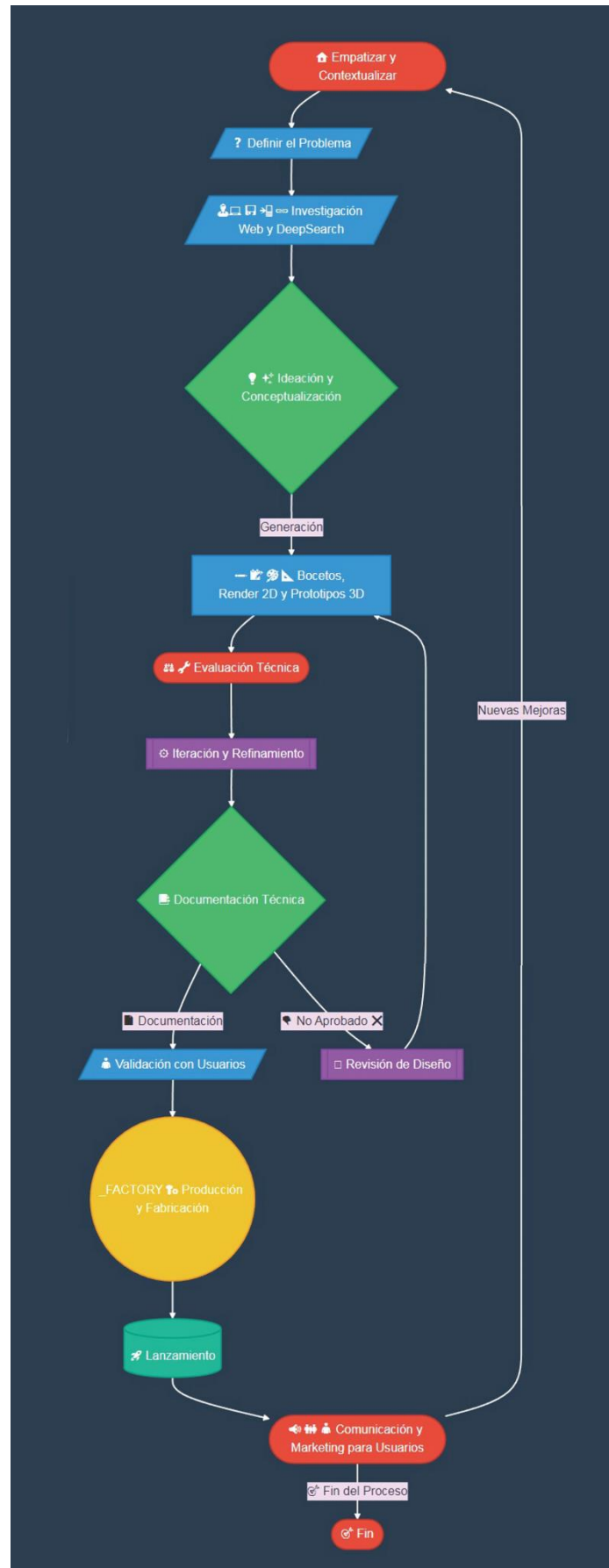
Los diagramas de flujo computacionales (Flowcharts) están basados en la norma ISO 5807:1985, que define las convenciones gráficas para representar procesos lógicos y estructuras de datos.

MC-14: Método Científico

MPDI: Diseño Industrial



ISO 5807: 1985. Flowcharts: MC-14.



ISO 5807: 1985. Flowcharts: MPDI.

Continuación del debate/discusión (parte 3).

La determinación de niveles de complejidad en el diseño industrial requiere un análisis estructurado que considere factores como la cantidad de componentes, la tecnología empleada, los materiales utilizados y los procesos de fabricación involucrados, lo cual permite establecer una categorización clara y objetiva de los productos industriales. Después de revisar los documentos proporcionados se concluye que un sistema de clasificación basado en cinco niveles principales es el más adecuado para abordar esta problemática ya que permite cubrir desde productos extremadamente simples hasta sistemas altamente sofisticados sin sobrecargar la escala con categorías redundantes o confusas. Los ejemplos paradigmáticos seleccionados refuerzan esta propuesta; por ejemplo un tornillo estándar representa el nivel bajo debido a su simplicidad estructural y funcional mientras que un automóvil moderno con sistemas avanzados de asistencia al conductor ejemplifica el nivel alto donde convergen múltiples subsistemas interdependientes y tecnologías punta.

Además es importante destacar que cada nivel debe estar respaldado por criterios cuantificables que eliminen ambigüedades en la clasificación; así un producto puede evaluarse mediante una puntuación del 1 al 10 en factores como número de componentes complejidad tecnológica y grado de automatización en los procesos de fabricación lo que permitiría asignarle un nivel específico dentro de la escala propuesta. Por ejemplo un smartphone podría obtener una alta puntuación en tecnología y funcionalidad pero no necesariamente en riesgo asociado a fallos lo que lo posiciona en un nivel medio-alto. Este enfoque garantiza flexibilidad en la aplicación del sistema permitiendo ajustes según el sector industrial considerado ya que un producto clasificado como "alto" en la industria textil podría requerir una puntuación menor que en la industria aeroespacial.

El proceso de diseño industrial también varía significativamente entre niveles de complejidad lo que se evidencia en la progresión desde un enfoque lineal y relativamente corto en productos de baja complejidad hasta procesos extensos multidisciplinarios y altamente iterativos en productos de alta complejidad. En este sentido un sacacorchos requiere etapas mínimas de investigación prototipado y pruebas mientras que un automóvil moderno implica investigaciones exhaustivas simulaciones avanzadas y rigurosas pruebas de seguridad fiabilidad y rendimiento. Esta diferencia subraya la importancia de adaptar metodologías de diseño según el nivel de complejidad del producto ya que las necesidades de integración tecnológica y cumplimiento regulatorio crecen exponencialmente en productos más complejos.

Finalmente la inclusión de ejemplos representativos de diferentes sectores industriales como electrodomésticos dispositivos médicos y sistemas aeroespaciales refuerza la aplicabilidad universal de la propuesta ya que permite visualizar cómo la escala puede adaptarse a contextos específicos sin perder claridad. La evolución histórica del diseño industrial también juega un papel crucial en la comprensión de estos niveles ya que refleja la transición desde productos artesanales hasta sistemas inteligentes y conectados que caracterizan la era moderna. En conclusión la propuesta de cinco niveles de complejidad con ejemplos paradigmáticos bien definidos y criterios cuantificables ofrece una herramienta práctica precisa y flexible para clasificar productos industriales facilitando así la comunicación entre diseñadores ingenieros y otros stakeholders involucrados en el desarrollo de productos.

El nivel bajo está representado por un sacacorchos debido a su simplicidad estructural y funcional ya que consta de muy pocos componentes generalmente uno o dos y no requiere tecnología avanzada ni procesos de fabricación complejos siendo fabricado mediante técnicas básicas como el moldeo o corte. El nivel medio-bajo se ejemplifica con una linterna manual porque introduce algún grado de mecanización como un interruptor mecánico y una bombilla pero sigue siendo un producto relativamente sencillo sin electrónica avanzada ni múltiples partes móviles lo que lo hace accesible y fácil de fabricar en masa. El nivel medio está representado por una batidora eléctrica doméstica ya que combina varios componentes como un motor eléctrico botones de control y accesorios intercambiables además de requerir procesos de fabricación más avanzados que los niveles anteriores lo que refleja un equilibrio entre simplicidad y funcionalidad extendida. El nivel medio-alto se ilustra con una lavadora automática moderna debido a su integración de sistemas electrónicos sensores microcontroladores y materiales específicos diseñados para resistir condiciones exigentes lo que la hace significativamente más compleja tanto en términos de diseño como de fabricación. Finalmente el nivel alto está representado por un automóvil moderno con sistemas avanzados de asistencia al conductor y conectividad IoT ya que integra miles de componentes tecnologías punta materiales especializados y procesos de fabricación altamente automatizados además de cumplir con estrictas normativas de seguridad y rendimiento lo que lo convierte en un ejemplo paradigmático de alta complejidad industrial. Estos ejemplos fueron seleccionados porque abarcan un espectro claro desde productos mínimamente intrincados hasta sistemas altamente sofisticados permitiendo visualizar cómo aumenta la complejidad en función del número de componentes la tecnología empleada los materiales utilizados y los procesos de fabricación involucrados además de reflejar las tendencias históricas y contemporáneas en el diseño industrial. La progresión desde un sacacorchos hasta un automóvil moderno subraya cómo la complejidad no solo depende del número de piezas sino también de factores como la interconexión entre sistemas la criticidad de los fallos potenciales y el impacto ambiental y regulatorio asociado a cada producto.

-Ejemplo 1: Sacacorchos manual. Un sacacorchos es un producto extremadamente simple, con pocos componentes (a menudo solo uno o dos) y sin tecnología avanzada. Su fabricación es básica y utiliza materiales comunes como metal o plástico. Este nivel representa productos con funcionalidad mínima y procesos de fabricación sencillos.

-Ejemplo 2: Batidora eléctrica doméstica. Una batidora eléctrica combina múltiples componentes, como un motor eléctrico, botones de control y accesorios intercambiables. Requiere procesos de fabricación más avanzados y electrónica básica. Este nivel representa productos con funcionalidades más elaboradas y una interacción moderada por parte del usuario.

-Ejemplo 3: Lavadora automática con programas predefinidos. Una lavadora automática integra electrónica avanzada, sensores, microcontroladores y múltiples subsistemas interdependientes. Su fabricación implica procesos sofisticados y el uso de materiales especializados. Este nivel incluye productos con funcionalidades complejas y sistemas interconectados.

-Ejemplo 4: Automóvil moderno con sistemas ADAS (asistencia al conductor). Un automóvil moderno incorpora miles de componentes, tecnologías punta como inteligencia artificial, conectividad IoT, motores sofisticados y materiales avanzados como fibra de carbono o aleaciones especiales. Este nivel representa productos altamente complejos con sistemas críticos, normativas estrictas y ciclos de vida prolongados.

-Nivel 6: Extremo (opcional según la propuesta): Ejemplo: Robot quirúrgico. Un robot quirúrgico combina sistemas autónomos, inteligencia artificial, materiales innovadores y fabricación ultraprecisa. Este nivel abarca los productos más avanzados tecnológicamente, con aplicaciones críticas en sectores como la medicina o la aeroespacial. Representa la cúspide de la complejidad industrial actual.

Dibujo mermaid en Cloude Sonnet 3.5 de Antrophic, de diagrama de flujo de las etapas de desarrollo de diseño industrial, con símbolos ISO 5807:1985 (Flowcharts) con la mayor cantidad de símbolos posible de un sacacorchos:

flowchart TD

```

A([Inicio]) --> B[Investigación de mercado]
B --> C{¿Existe demanda?}
C -->|No| D[Redefinir concepto]
D --> B
C -->|Sí| E[Análisis de la competencia]
E --> F["Definición de requerimientos"]
F --> G{{Generación de conceptos}}
G --> H[(Base de datos de materiales)]
H --> I>Diseño preliminar
I --> J{¿Cumple requerimientos?}
J -->|No| K[Modificar diseño]
K --> I
J -->|Sí| L[/Diseño detallado/]
L --> M[(Catálogo de materiales)]
M --> N{¿Materiales adecuados?}
N -->|No| O[Buscar alternativas]
O --> M
N -->|Sí| P[Modelado 3D]
P --> Q[[Análisis estructural FEA]]
Q --> R{¿Análisis exitoso?}
R -->|No| S[/Optimizar modelo/]
S --> P
R -->|Sí| T{{Prototipado rápido}}
T --> U[(Banco de pruebas)]
U --> V{¿Funciona correctamente?}
V -->|No| W>Ajustar diseño
W --> T
V -->|Sí| X["Preparación para manufactura"]
X --> Y[[Documentación técnica]]

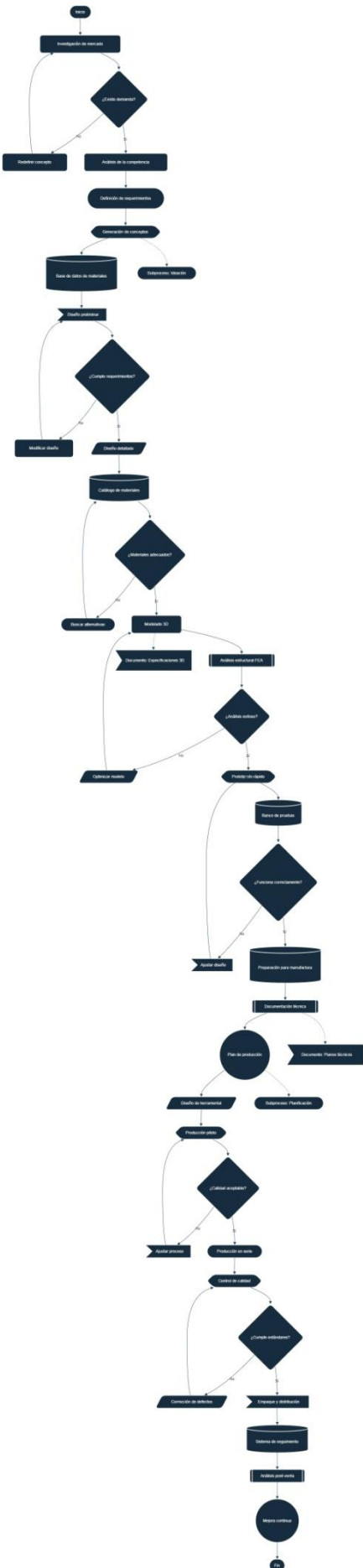
```

```

Y --> Z((Plan de producción))
Z --> AA[/Diseño de herramental/]
AA --> AB{{Producción piloto}}
AB --> AC{¿Calidad aceptable?}
AC -->|No| AD>Ajustar proceso]
AD --> AB
AC -->|Sí| AE([Producción en serie])
AE --> AF{{Control de calidad}}
AF --> AG{¿Cumple estándares?}
AG -->|No| AH[/Corrección de defectos/]
AH --> AF
AG -->|Sí| AI>Empaque y distribución]
AI --> AJ[(Sistema de seguimiento)]
AJ --> AK[[Análisis post-venta]]
AK --> AL((Mejora continua))
AL --> AM([Fin])

%% Añadir subprocesos y documentación
Z --> Z1([Subproceso: Planificación])
Y --> Y1>Documento: Planos técnicos]
P --> P1>Documento: Especificaciones 3D]
G --> G1([Subproceso: Ideación])

```



Dibujo mermaid en Cloude Sonnet 3.5 de Antrophic, de diagrama de flujo de las etapas de desarrollo de diseño industrial, con simbolos ISO 5807:1985 (Flowcharts) usando la mayor cantidad de símbolos posible de una batidora eléctrica doméstica (hogareña):

flowchart TD

```

A([Inicio]) --> B{Análisis de Mercado}
B -->|Competencia| C[Investigación de Productos Existentes]
B -->|Usuarios| D[Estudio de Necesidades del Cliente]

C --> E[(Base de Datos de Características)]
D --> F[(Base de Datos de Requisitos)]

E --> G>Definición de Especificaciones]
F --> G

G --> H[Bocetos Conceptuales]
H --> I{Evaluación de Conceptos}

I -->|Rechazado| H
I -->|Aprobado| J[Modelado 3D Preliminar]

J --> K[Análisis de Materiales]
J --> L[Análisis Estructural]
J --> M[Análisis Ergonómico]

K --> N>Integración de Sistemas]
L --> N
M --> N

N --> O[Diseño de Sistema Eléctrico]
N --> P[Diseño de Sistema Mecánico]
N --> Q[Diseño de Carcasa]

O --> R[Prototipo Funcional]
P --> R
Q --> R

R --> S{Pruebas de Usabilidad}
S -->|Fallas| T[Correcciones de Diseño]
T --> R

S -->|Aprobado| U[Documentación Técnica]

U --> V[Preparación para Manufactura]
V --> W[Prototipo de Producción]

W --> X{Control de Calidad}
X -->|Defectos| Y[Ajustes de Diseño]
Y --> W

```

```
X --> |Aprobado| Z[Documentación Final]
Z --> AA[Producción en Serie]
AA --> AB([Fin])
```



Dibujo mermaid en Cloude Sonnet 3.5 de Antrophic, de diagrama de flujo de las etapas de desarrollo de diseño industrial, con simbolos ISO 5807:1985 (Flowcharts) usando la mayor cantidad de símbolos posible de una lavarropas automático eléctrico hogareño (doméstico):

flowchart TD

```
A([Inicio]) --> B{Investigación de Mercado}
B -->|Competencia| C[Análisis de Productos Existentes]
B -->|Consumidores| D[Estudio de Necesidades de Usuario]
```

```
C --> E[(Base de Datos Competitiva)]
D --> F[(Base de Datos de Requisitos)]
```

```
E --> G>Definición de Especificaciones Técnicas]
F --> G
```

```
G --> H[Diseño Conceptual]
H --> I{Revisión de Conceptos}
```

```
I -->|Rechazado| H
I -->|Aprobado| J[Desarrollo Técnico]
```

```
J --> K[Diseño Sistema Eléctrico]
J --> L[Diseño Sistema Mecánico]
J --> M[Diseño Sistema Hidráulico]
```

```
K --> N>Integración de Sistemas]
L --> N
M --> N
```

```
N --> O[Modelado 3D Detallado]
O --> P[Análisis Estructural]
O --> Q[Simulación de Ciclos de Lavado]
O --> R[Análisis de Eficiencia Energética]
```

```
P --> S[Prototipo Inicial]
Q --> S
R --> S
```

```
S --> T{Pruebas Funcionales}
T -->|Fallas| U[Rediseño]
U --> S
```

```
T -->|Aprobado| V[Desarrollo de Electrónica de Control]
V --> W[Programación de Ciclos]
W --> X[Prototipo Avanzado]
```

```
X --> Y{Pruebas de Usuario}
Y -->|Mejoras Necesarias| Z[Refinamiento de Interfaz]
```

Z --> X

Y --> |Aprobado| AA[Documentación Técnica]

AA --> AB[Preparación para Manufactura]

AB --> AC{Evaluación de Producción}

AC --> |Ajustes| AD[Optimización de Procesos]

AD --> AB

AC --> |Viable| AE[Producción Piloto]

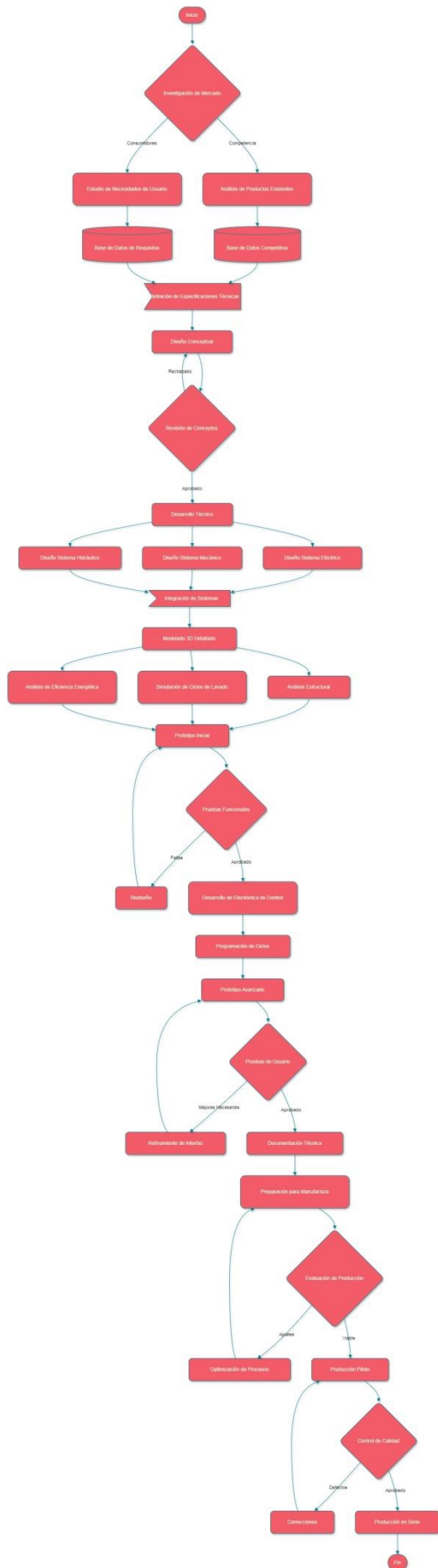
AE --> AF{Control de Calidad}

AF --> |Defectos| AG[Correcciones]

AG --> AE

AF --> |Aprobado| AH[Producción en Serie]

AH --> AI([Fin])



Dibujo mermaid en Cloude Sonnet 3.5 de Antrophic, de diagrama de flujo de las etapas de desarrollo de diseño industrial, con símbolos ISO 5807:1985 (Flowcharts) con la mayor cantidad de símbolos posible de un automóvil urbano (no deportivo) de calle standard contemporáneo del mercado:

flowchart TD

```
A([Inicio]) --> B{Investigación de Mercado}
B -->|Competencia| C[Análisis de Modelos Existentes]
B -->|Consumidores| D[Estudio de Necesidades del Usuario]
B -->|Regulaciones| E[Análisis de Normativas]
```

```
C --> F[(Base de Datos de Competidores)]
D --> G[(Base de Datos de Requisitos)]
E --> H[(Base de Datos de Normativas)]
```

```
F & G & H --> I>Definición de Especificaciones Técnicas]
```

```
I --> J[Diseño Conceptual Exterior]
I --> K[Diseño Conceptual Interior]
I --> L[Definición de Plataforma]
```

```
J & K & L --> M{Revisión de Conceptos}
```

```
M -->|Rechazado| N[Rediseño Conceptual]
N --> M
```

```
M -->|Aprobado| O[Diseño Detallado]
```

```
O --> P[Diseño Chasis y Carrocería]
O --> Q[Diseño Sistema de Propulsión]
O --> R[Diseño Sistemas Eléctricos]
O --> S[Diseño Interior y HMI]
```

```
P & Q & R & S --> T[Modelado 3D Completo]
```

```
T --> U[Análisis Aerodinámico]
T --> V[Análisis Estructural]
T --> W[Simulación de Seguridad]
T --> X[Simulación de Eficiencia]
```

```
U & V & W & X --> Y>Integración de Sistemas]
```

```
Y --> Z[Prototipo Virtual]
Z --> AA{Validación Virtual}
```

```
AA -->|Mejoras Necesarias| AB[Ajustes de Diseño]
AB --> Z
```

```
AA -->|Aprobado| AC[Prototipo Físico]
AC --> AD{Pruebas de Campo}
```

AD -->|Deficiencias| AE[Modificaciones]
AE --> AC

AD -->|Aprobado| AF[Validación de Manufactura]
AF --> AG[Diseño de Línea de Producción]
AG --> AH{Prueba de Producción}

AH -->|Optimización Requerida| AI[Ajustes de Proceso]
AI --> AH

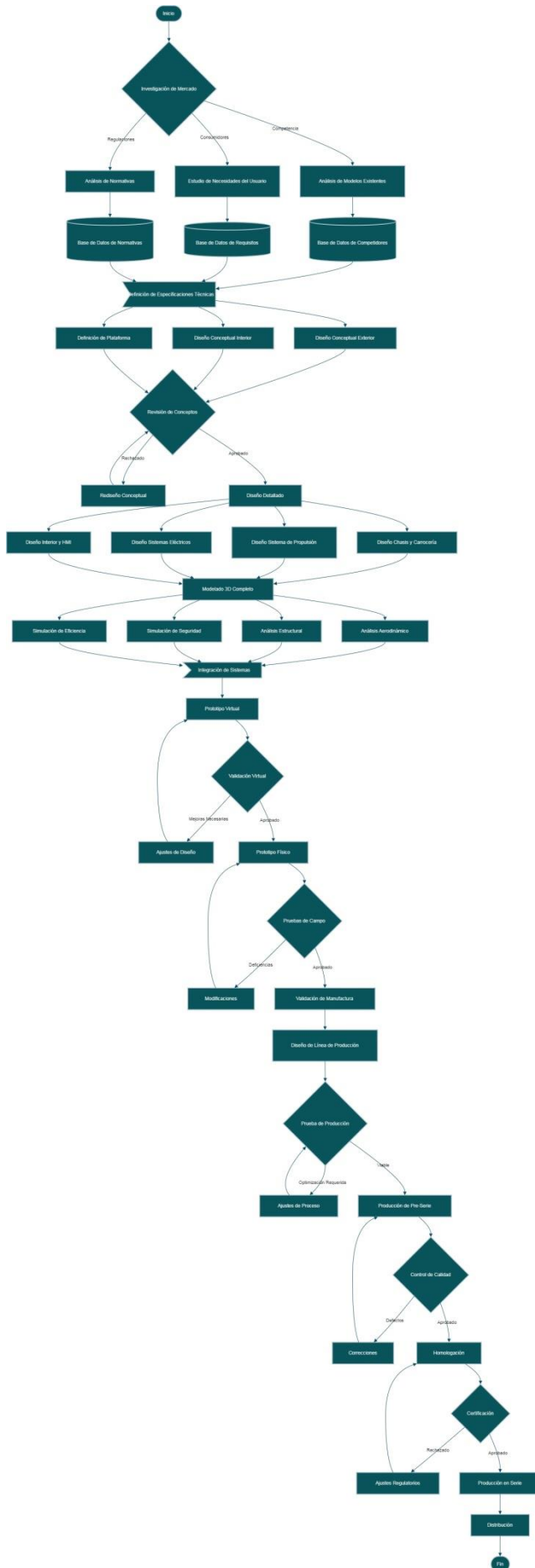
AH -->|Viable| AJ[Producción de Pre-Serie]
AJ --> AK{Control de Calidad}

AK -->|Defectos| AL[Correcciones]
AL --> AJ

AK -->|Aprobado| AM[Homologación]
AM --> AN{Certificación}

AN -->|Rechazado| AO[Ajustes Regulatorios]
AO --> AM

AN -->|Aprobado| AP[Producción en Serie]
AP --> AQ[Distribución]
AQ --> AR([Fin])



Dibujo mermaid en Cloude Sonnet 3.5 de Antrophic, de diagrama de flujo de las etapas de desarrollo de diseño industrial, con simbolos ISO 5807:1985 (Flowcharts) con la mayor cantidad de símbolos posible de un robot quirúrgico: Dibujo mermaid en Cloude Sonnet 3.5 de Antrophic, de diagrama de flujo de las etapas de desarrollo de diseño industrial, con simbolos ISO 5807:1985 (Flowcharts) con la mayor cantidad de símbolos posible de un automóvil urbano (no deportivo) de calle standard contemporáneo del mercado:

flowchart TD

A([INICIO]) --> B{Investigación Inicial}

%% Fase de investigación

B -->|Necesidades Clínicas| C[Análisis de Procedimientos Quirúrgicos]

B -->|Estado del Arte| D[Estudio de Sistemas Robóticos Existentes]

B -->|Marco Legal| E[Análisis de Normativas Médicas]

B -->|Mercado| F[Estudio de Viabilidad Comercial]

%% Almacenamiento de datos de investigación

C --> G[(Base de Datos Médica)]

D --> H[(Base de Datos Tecnológica)]

E --> I[(Base de Datos Regulatoria)]

F --> J[(Base de Datos de Mercado)]

%% Definición de especificaciones

G & H & I & J --> K>Definición de Requisitos del Sistema]

%% Entrada manual - Experiencia clínica

L[[Entrada de Expertos Clínicos]] --> K

%% Planificación

K --> M[Planificación Estratégica del Proyecto]

M --> N[Formación de Equipo Multidisciplinario]

%% Decisión de viabilidad inicial

N --> O{Evaluación de Viabilidad Técnica y Comercial}

%% Bucle de replanteamiento

O -->|No Viable| P[Replanteamiento Conceptual]

P --> K

%% Avance a fase de diseño conceptual

O -->|Viable| Q[Conceptualización de Arquitectura del Sistema]

%% Diseño conceptual

Q --> R[Diseño Conceptual del Sistema Mecánico]

Q --> S[Diseño Conceptual del Sistema de Control]

Q --> T[Diseño Conceptual de la Interfaz Humano-Robot]

Q --> U[Diseño Conceptual del Sistema de Visión]

```

%% Validación de concepto
R & S & T & U --> V{Revisión de Diseño Conceptual}

%% Bucle de refinamiento conceptual
V -->|Mejoras Necesarias| W[Refinamiento de Conceptos]
W --> R

%% Avance a fase de diseño detallado
V -->|Aprobado| X[Diseño Detallado]

%% Diseño detallado de subsistemas
X --> Y[Diseño Mecánico de Precisión]
X --> Z[Diseño del Sistema de Control]
X --> AA[Diseño de la Interfaz Quirúrgica]
X --> AB[Diseño del Sistema de Visión]
X --> AC[Diseño del Sistema de Seguridad]

%% Documentación técnica de subsistemas
Y --> AD[(Especificaciones Mecánicas)]
Z --> AE[(Algoritmos de Control)]
AA --> AF[(Modelos de Interfaz)]
AB --> AG[(Algoritmos de Visión)]
AC --> AH[(Protocolos de Seguridad)]

%% Integración de subsistemas
AD & AE & AF & AG & AH --> AI>Integración de Sistemas]

%% Modelado y análisis
AI --> AJ[Modelado 3D Ultra-Preciso]
AJ --> AK[Simulación Física del Sistema]
AK --> AL[Análisis de Confiabilidad]
AK --> AM[Análisis de Modos de Fallo]
AK --> AN[Simulación de Procedimientos Quirúrgicos]

%% Validación virtual
AL & AM & AN --> AO{Validación Virtual}

%% Bucle de refinamiento de diseño
AO -->|Deficiencias| AP[Rediseño de Componentes]
AP --> AI

%% Avance a prototipado
AO -->|Aprobado| AQ[Fabricación de Componentes Críticos]

%% Documentación de fabricación
AQ --> AR[(Especificaciones de Fabricación)]

%% Prototipado
AR --> AS[Ensamblaje de Prototipo Alpha]
AS --> AT[Calibración de Precisión]

```

%% Procesamiento especial - Validación de hardware

AT --> AU>Pruebas de Hardware]

AU --> AV{Evaluación de Hardware}

%% Bucle de refinamiento de hardware

AV -->|Fallas| AW[Refinamiento Mecánico/Electrónico]

AW --> AS

%% Avance a pruebas de software

AV -->|Aprobado| AX>Integración de Software]

AX --> AY[Validación de Algoritmos]

AY --> AZ{Evaluación de Software}

%% Bucle de refinamiento de software

AZ -->|Fallas| BA[Optimización de Algoritmos]

BA --> AX

%% Avance a pruebas iniciales

AZ -->|Aprobado| BB[Validación con Tejidos Sintéticos]

BB --> BC{Evaluación de Precisión}

%% Bucle de refinamiento de precisión

BC -->|Insuficiente| BD[Ajuste de Sistemas]

BD --> BB

%% Avance a validación preclínica

BC -->|Suficiente| BE[Ensayos Preclínicos]

BE --> BF{Evaluación de Seguridad}

%% Bucle de mejora de seguridad

BF -->|Riesgos Detectados| BG[Mejoras de Seguridad]

BG --> BE

%% Avance a documentación regulatoria

BF -->|Aprobado| BH[Documentación para Autoridades Regulatorias]

%% Almacenamiento de documentación

BH --> BI[(Dossier Regulatorio)]

%% Proceso de aprobación regulatoria

BI --> BJ[Solicitud de Permisos Clínicos]

BJ --> BK{Evaluación Regulatoria}

%% Bucle de adaptación a requisitos regulatorios

BK -->|Denegada| BL[Adaptación a Requisitos Regulatorios]

BL --> BH

%% Avance a prototipo beta

BK -->|Aprobada| BM[Fabricación de Prototipo Beta]

%% Entrada manual - Equipo médico

BN[[Participación de Cirujanos]] --> BO[Ensayos Clínicos Controlados]

BM --> BO

%% Evaluación clínica

BO --> BP{Evaluación Clínica}

%% Bucle de refinamiento final

BP -->|Resultados Subóptimos| BQ[Refinamiento Final]

BQ --> BM

%% Avance a documentación final

BP -->|Resultados Óptimos| BR[Documentación Técnica Final]

%% Almacenamiento de documentación final

BR --> BS[(Documentación Completa)]

%% Certificación y preparación para producción

BS --> BT[Certificación Médica]

BT --> BU[Diseño de Proceso de Manufactura]

BU --> BV{Validación de Proceso de Manufactura}

%% Bucle de optimización de producción

BV -->|Optimización Necesaria| BW[Ajustes de Proceso]

BW --> BU

%% Avance a producción inicial

BV -->|Aprobado| BX[Producción Limitada]

%% Operación manual - Formación

BX --> BY[[Entrenamiento de Especialistas Médicos]]

%% Implementación supervisada

BY --> BZ[Implementación Clínica Supervisada]

%% Monitoreo post-implementación

BZ --> CA{Monitoreo Post-Mercado}

%% Bucle de acciones correctivas

CA -->|Incidentes| CB[Acciones Correctivas]

CB --> BZ

%% Avance a producción a escala

CA -->|Éxito| CC[Producción a Escala]

%% Documentación de retroalimentación

CC --> CD[(Base de Datos de Desempeño)]

%% Mejora continua

```
CD --> CE[Mejora Continua]
CE --> CF{Evaluación de Ciclo de Vida}
```

```
%% Bucle de mejora continua
```

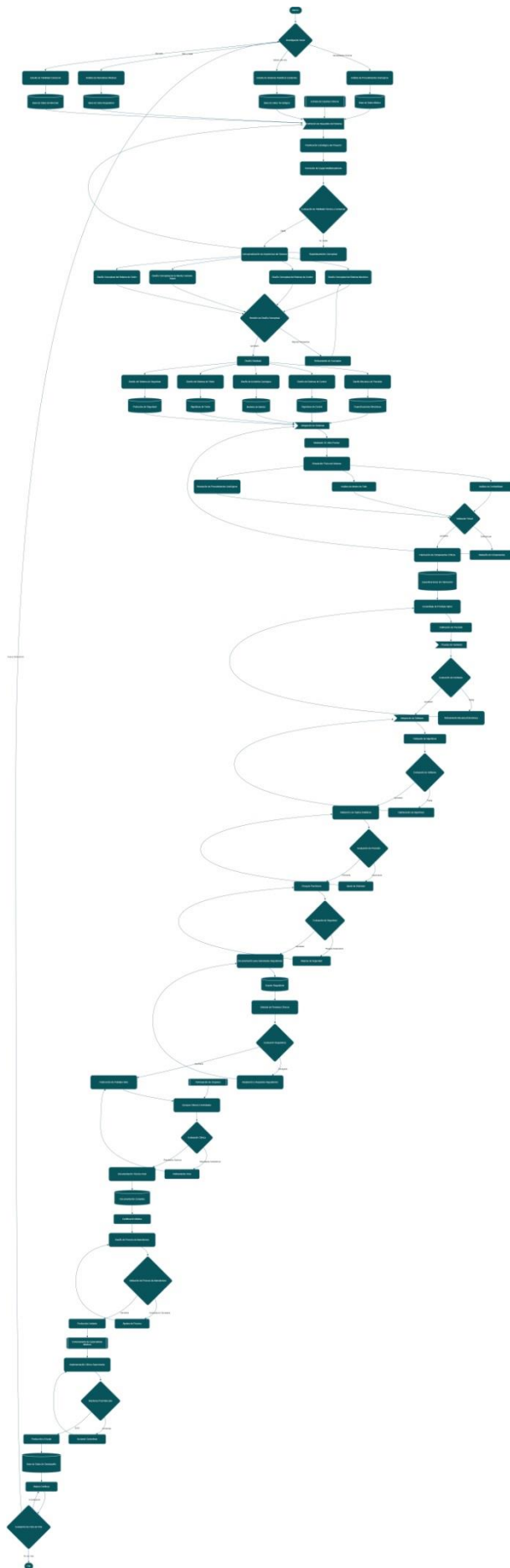
```
CF -->|Actualización| CE
```

```
%% Bucle de nueva generación
```

```
CF -->|Nueva Generación| B
```

```
%% Finalización del ciclo
```

```
CF -->|Fin de Vida| CG([FIN])
```



Conclusiones:

Analizando los diagramas de flujo presentados para el sacacorchos, la batidora eléctrica doméstica, la lavadora automática, el automóvil urbano estándar y el robot quirúrgico, puedo identificar varias ideas comunes y conclusiones importantes:

Patrones comunes en todos los diagramas:

Estructura iterativa del proceso de diseño industrial: Todos los diagramas muestran un enfoque iterativo con múltiples ciclos de retroalimentación. Cuando se detectan problemas o deficiencias en las fases de prueba, el proceso regresa a etapas anteriores para realizar ajustes.

Etapas fundamentales persistentes: Independientemente de la complejidad del producto, todos comparten etapas básicas:

Investigación inicial (mercado/usuarios/competencia)

Definición de especificaciones

Diseño conceptual

Diseño detallado de subsistemas

Integración de sistemas

Prototipado

Pruebas y validación

Preparación para manufactura

Producción

Puntos de decisión críticos: Todos los diagramas utilizan nodos de decisión en momentos clave, especialmente después de etapas de evaluación, creando bifurcaciones que determinan si el proceso avanza o regresa para refinamiento.

Descomposición en subsistemas: Cada producto se descompone en subsistemas específicos que luego se integran. La cantidad de subsistemas aumenta con la complejidad del producto.

Escalamiento de complejidad:

La principal diferencia entre los diagramas es la complejidad creciente que refleja la sofisticación tecnológica de cada producto:

Batidora eléctrica: Proceso relativamente sencillo con pocos subsistemas (eléctrico, mecánico, carcasa).

Lavadora automática: Mayor complejidad con sistemas adicionales (hidráulico, electrónica de control, ciclos programados).

Automóvil urbano: Complejidad significativamente mayor, incluyendo normativas, simulaciones múltiples (aerodinámica, seguridad), homologación y certificación.

Robot quirúrgico: Máxima complejidad con equipos multidisciplinarios, validación clínica, aprobaciones regulatorias médicas, ensayos preclínicos y clínicos, y monitoreo post-mercado.

Conclusión principal:

El diseño industrial sigue un proceso metodológico universal que se adapta en escala y complejidad según el producto: El proceso fundamental de diseño industrial mantiene una estructura similar independientemente del producto,

pero escala en complejidad, rigurosidad, cantidad de validaciones, y especificidad técnica según la complejidad tecnológica y el impacto crítico del producto final.

A medida que aumenta la complejidad del producto, se observa:

- Mayor número de subsistemas especializados
- Más iteraciones y puntos de validación
- Requisitos regulatorios más estrictos
- Mayor participación multidisciplinaria
- Fases de prueba más exhaustivas
- Mayor énfasis en seguridad y confiabilidad

Este análisis demuestra que el diseño industrial es una disciplina con metodologías escalables que pueden aplicarse desde productos domésticos simples hasta los sistemas más avanzados y críticos de la tecnología actual.

Metodología Estandarizada de Diseño Industrial

He creado un diagrama de flujo abstracto y universal que representa el proceso fundamental de diseño industrial aplicable a cualquier producto, desde los más simples hasta los más complejos. Este diagrama integra los patrones comunes identificados en todos los casos anteriores y establece una metodología estandarizada.

Características principales:

Estructura cíclica e iterativa: El diagrama incorpora múltiples ciclos de retroalimentación en cada fase crítica, permitiendo mejoras continuas.

Uso extensivo de símbolos ISO 5807:1985:

- Terminales (□) para inicio y fin
- Procesos ▭ para actividades específicas
- Decisiones { } para puntos de evaluación crítica
- Almacenamiento de datos [()] para bases de conocimiento
- Procesos predefinidos >] para acciones complejas integradas

Fases universales aplicables a cualquier producto:

Investigación preliminar: Análisis multidimensional (mercado, usuarios, tecnología, normativas)

Definición de especificaciones: Basada en datos recopilados

Planificación y viabilidad: Evaluación de recursos y factibilidad

Diseño conceptual: Desarrollo de conceptos iniciales

Desarrollo técnico: Descomposición en subsistemas modulares

Integración de sistemas: Combinación coherente de componentes

Validación virtual: Análisis y simulación antes de materialización

Prototipado y evaluación: Materialización y pruebas reales

Preparación para manufactura: Optimización de procesos productivos

Producción y verificación: Aseguramiento de calidad

Certificación y cumplimiento: Verificación de normativas

Distribución y seguimiento: Monitoreo post-lanzamiento

Mejora continua: Evolución del producto

Escalabilidad integrada: El diagrama está diseñado para adaptarse a diferentes niveles de complejidad. Los productos más simples pueden omitir ciertos bucles o simplificar algunas fases, mientras que los productos complejos pueden expandir cada nodo con subprocesos más detallados.

Enfoque en ciclo de vida completo: Incorpora la evaluación continua del producto y rutas para nuevas generaciones o fin de vida.

Esta metodología estandarizada proporciona un marco conceptual que puede aplicarse universalmente al diseño industrial de cualquier producto, desde electrodomésticos básicos hasta sistemas médicos avanzados, ajustando la profundidad y rigor de cada fase según la complejidad y criticidad del producto final.

flowchart TD

A([Inicio del Proceso]) → B{Investigación Preliminar}

B → |Mercado| C[Análisis de Competencia]

B → |Usuarios| D[Estudio de Necesidades]

B → |Tecnología| E[Análisis del Estado del Arte]

B → |Normativas| F[Estudio de Regulaciones]

C → G[(Base de Datos de Mercado)]

D → H[(Base de Datos de Requisitos)]

E → I[(Base de Datos Tecnológica)]

F → J[(Base de Datos Normativa)]

G & H & I & J → K>Definición de Especificaciones]

K → L[Planificación del Proyecto]

L → M[Asignación de Recursos]

M → N{Evaluación de Viabilidad}

N → |Inviabile| O[Replanteamiento]

O → K

N → |Viable| P[Diseño Conceptual]

P → Q{Revisión de Conceptos}

Q → |Rechazado| R[Refinamiento Conceptual]

R → Q

Q → |Aprobado| S[Desarrollo Técnico]

S → T[Diseño Subsistema 1]

```

S → U[Diseño Subsistema 2]
S → V[Diseño Subsistema n]

T & U & V → W[Integración de Sistemas]

W → X[Modelado Detallado]
X → Y[Análisis y Simulación]

Y → Z[(Biblioteca de Modelos)]

Z → AA[Validación Virtual]

AA → |Deficiencias| AB[Optimización de Diseño]
AB → X

AA → |Aprobado| AC[Prototipado]

AC → AD[Evaluación del Prototipo]

AD → |Mejoras Necesarias| AE[Modificaciones]
AE → AC

AD → |Aprobado| AF[Documentación Técnica]

AF → AG[Preparación para Manufactura]

AG → AH[Validación de Procesos]

AH → |Optimización Requerida| AI[Ajustes de Proceso]
AI → AH

AH → |Aprobado| AJ[Producción Piloto]

AJ → AK[Control de Calidad]

AK → |Defectos| AL[Correcciones]
AL → AJ

AK → |Aprobado| AM[Certificación/Homologación]

AM → AN[Cumplimiento Normativo]

AN → |No Cumple| AO[Adaptación a Normas]
AO → AM

```

AN →|Cumple| AP[Producción en Serie]

AP → AQ[Distribución]

AQ → AR[Feedback Post-Lanzamiento]

AR → AS[(Base de Datos de Mejoras)]

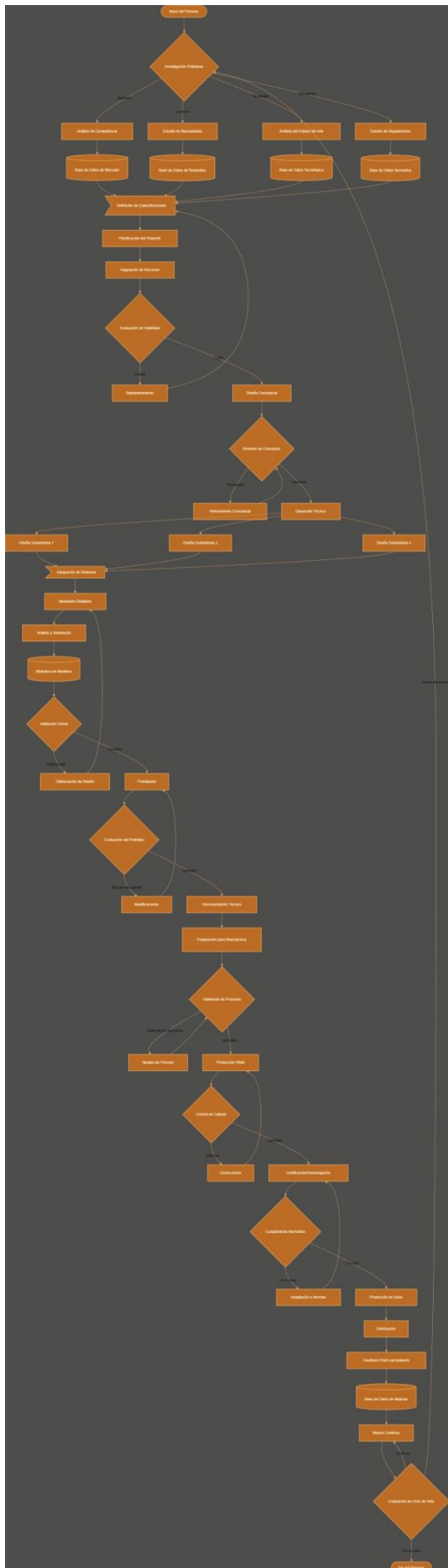
AS → AT[Mejora Continua]

AT → AU[Evaluación de Ciclo de Vida]

AU →|Continuar| AT

AU →|Nueva Generación| B

AU →|Fin de Vida| AV([Fin del Proceso])



flowchart TD

%% Definición de estilos sin colores

classDef instancia fill:white,stroke:#333,stroke-width:2px

classDef fase fill:white,stroke:#333,stroke-width:1px

%% Nodo principal

A[Proceso de Investigación Científica] --> B

%% Instancias principales

B[1. INSTANCIA DE VALIDACIÓN CONCEPTUAL] --> C

B[1. INSTANCIA DE VALIDACIÓN CONCEPTUAL] --> D

E[2. INSTANCIA DE VALIDACIÓN EMPÍRICA] --> F

E[2. INSTANCIA DE VALIDACIÓN EMPÍRICA] --> G

H[3. INSTANCIA DE VALIDACIÓN OPERATIVA] --> I

H[3. INSTANCIA DE VALIDACIÓN OPERATIVA] --> J

K[4. INSTANCIA DE VALIDACIÓN EXPOSITIVA] --> L

K[4. INSTANCIA DE VALIDACIÓN EXPOSITIVA] --> M

%% Fases

C[Fase 1: Planteamientos] -->|Momentos a-d| C1{Examen de problemas
Conocimientos previos
Relaciones lógicas
Objetivos}

D[Fase 2: Formulación] -->|Momentos a-d| D1{Hipótesis sustantivas
Marco teórico
Modelo del objeto
Consecuencias contrastables}

F[Fase 3: Diseño del objeto] -->|Momentos a-d| F1[(Definición de
matriz de datos:
UA, V)]

G[Fase 4: Diseño de procedimientos] -->|Momentos a-d| G1[(Operacionalización:
I, R)]

I[Fase 5: Recolección y procesamiento] -->|Momentos a-d| I1[(Llenado de
matriz de datos)]

J[Fase 6: Tratamiento y análisis] -->|Momentos a-d| J1[(Análisis de
matriz de datos)]

L[Fase 7: Informes parciales] -->|Momentos a-d| L1>Comunicación
de avances]

M[Fase 8: Exposición sistemática] -->|Momentos a-f| M1>Informe
final]

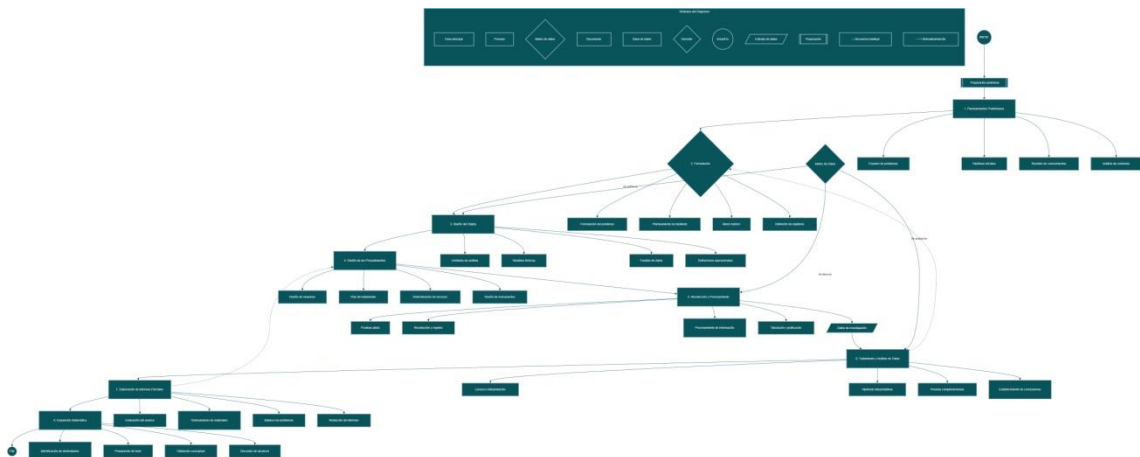
```

%% Conexiones entre fases
C1 --> D
D1 --> E
F1 --> G
G1 --> H
I1 --> J
J1 --> K
L1 --> M

%% Aplicación de estilos
class B, E, H, K instancia
class C, D, F, G, I, J, L, M fase

%% Leyenda
Z1[Instancia de Validación] -. -> Z2[Fase]
Z2 -. -> Z3{Momentos}
Z3 -. -> Z4[(Matriz de Datos)]
Z4 -. -> Z5>Informes]

```



Bibliografía general.

- Aicher, O. (1994). *El mundo como proyecto*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- Alexander, Ch. (1976). *Ensayo sobre la síntesis de la forma*. Eds. Infinito. Buenos Aires.
- Alonso, J.A. (1977). *Metodología*. Edicol. México.

- Ander-Egg, E. (s/f). "Introducción a las técnicas de investigación" en *Metodología de las ciencias sociales*. ENEP-Acatlán. México.
- Anderson, I. F. (2019a). Mejoras de eficiencia energética (EE) en los motores monofásicos sincrónicos de 220 (VAC)-50 (Hz), tipo PMSM. *Revista UIS Ingenierías*, 18(4), 57-70. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n4-2019005>
- Anderson, I. F. (2019b). Eco-turbina. Turbo ventilador eléctrico 220 (VAC)-50 (Hz), de bajo consumo: eficiente energéticamente. *IDTS*, 1(1), 1-28. <https://doi.org/10.24215/26838559e001>
- Anderson, I. F. (22-23 de agosto de 2019). Diseño industrial mecatrónico y eficiencia energética (EE). IX Jornadas de Investigación en Disciplinas Artísticas y Proyectuales (JIDAP), Facultad de Bellas Artes, UNLP, La Plata. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/80838/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y14
- Anderson, I. F. (13-16 de septiembre de 2022). 1º Premio Nacional INNOVAR 2021 de la Agencia Nacional I+D+I –MINCYT Nación: extractor de aire centrífugo, para ambientes contaminados con SARS-CoV-2, de alta eficiencia energética. X Jornadas de Investigación en Disciplinas Artísticas y Proyectuales (JIDAP), Facultad de Bellas Artes, UNLP, La Plata. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/148463/Documento_completo-ANDERSON.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Anderson, I. F. (2022b). Energy Efficient Centrifugal Air Extractor for Environments Contaminated With Sars-Cov-2 (Coronavirus). How to Build a Motor That Saves Electricity. *OSFPreprints*, 1-31. <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/145958/Preprint.v1.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anderson, I. F. (2023). An Innovative Method to Increase Energy Efficiency of PMSM-Type Synchronous Motors. *IUP Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 16(1), 7-35. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/150750/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Asimow, M. (1962). *Introduction to design*. Prentice-Hall Inc. USA.
- Baudrillard, J. (1977). *Crítica de la economía política del signo*. Siglo XXI Eds. México.
- Baudrillard, J. (1977). *El sistema de los objetos*. Siglo XXI Eds. México.
- Bonsiepe, G. (1978). *Diseño industrial, tecnología y dependencia*. Edicol. México.
- Bonsiepe, G. (1978). *Teoría y práctica del diseño industrial*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona.
- Bonsiepe, G. (2000). *Del objeto a la interfase*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- Chávez, N. (2001). *El oficio de diseñar*. Ed. Gustavo Gili. México.
- Giedion, S. (1978). *La mecanización toma el mando*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona.
- Christopher, J. (1992). *Métodos de Diseño*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- Laurent, W. (s/f). "Ideología y producción: el diseño" en Mario A. Vázquez y José M. Gutiérrez (comps.). *Usuario del diseño*. UAM, Azcapotzalco. México. págs. 15-21.
- Llovet, J. (1979). *Ideología y metodología del diseño*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- Lobach, B. (1981). *Diseño industrial*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.

- Maldonado, T. (1977). *El diseño industrial reconsiderado*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- Maldonado, T. (1977). *Vanguardia y racionalidad*. E. Gustavo Gili. Barcelona.
- Maldonado, T. (Comp.). (2002). *Técnica y cultura: el debate alemán entre Bismarck y Weimar*. Infinito. Buenos Aires.
- Moles, A. (1974). "Objeto y comunicación" en *Los objetos*. Ed. Tiempo Contemporáneo. Buenos Aires, págs. 9-35.
- Moles, A. (1975). *Teoría de los objetos*. Ed. Gustavo Gilí. Barcelona.
- Munari, B. (1983). *¿Cómo nacen los objetos?* Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- Munari, B. (1980). *El arte como oficio*. Ed. Labor. Barcelona.
- Papanek, V. (1973). *Diseñar para el mundo real*. H. Bluwne Eds. Madrid.
- Polya, G. (s/f). "Cómo resolver un problema" en Sánchez de Antuñano, J. (comp.). *El proceso de diseño*. UAM, México, págs. 25-26.
- Ricard, A. (1982). *Diseño ¿por qué?* Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- Rodríguez; Morales, L. (1983). "Sobre la creatividad" en *Cuadernos de diseño*, No. 2. Universidad Iberoamericana, México, págs. 119-144.
- Rubert de Vautós. X. (s/f). "Arte aplicado-Arte implicado" en Jorge Sánchez de Antuñano (comp.). *El proceso de diseño*. UAM México, págs. 15-19.
- Rubert de Ventós, X. (s/f). "Hacia una integración de arte, ciencia y técnica: el diseño científico" en Sánchez de Antuñano, J. (comp.). *El proceso de diseño*. UAM. México, págs. 7-14.
- Ralph (1977). "Clasificaciones" en Patricia Ríos-Zertuche D. *El diseñador frente a lo diseñado*. UAM-Azcapotzalco. México, págs. 63-79.
- Rodríguez Morales, L. (2014). *Diseño: Estrategia y Tácticas*. Siglo Veintiuno Editores. México.
- Rieradevall, J. y Vinyets, J. (2000). *Ecodiseño y ecoproductos*. Rubes. Barcelona.
- Sánchez Valencia, M. (2006). *Diseñar desde el pensamiento analógico por modelos*. Ed. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.
- Scott, G. (1979). *Fundamentos del diseño*. Ed. Víctor Lerú. Buenos Aires.
- Selle, G. (1973). *Ideología y utopía del diseño*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- Williams. Ch. (1983). *Los orígenes de la forma*. Ed. Gustavo Gilí. Barcelona.

Webgrafía específica.

- Anderson, I. F. (2006). "¿Cómo hacer Diseño Industrial en ciudades, localidades y regiones desindustrializadas o no-industrializadas de la Argentina?". *Actas de Diseño*, (2), 34-38. En línea: <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/actas/article/view/3361/3447>
- Anderson, I. F. (2009). "Tecnologías Híbridas y Ecodiseño". *Actas de Diseño*, (7), 43-45. En línea: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/actas_de_diseno/detalle_articulo.php?id_libro=16&id_articulo=5863
- Anderson, I. F (2019). "Mejoras de eficiencia energética (EE) en los motores monofásicos sincrónicos de 220 (VAC)/50 (Hz), tipo PMSM". *Revista UIS Ingenierías*, vol. 18 (4), pp. 57-70. Doi: <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n4-2019005> [En línea]. Recuperado de: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/9300/9869>

- Anderson, I. F. (2019). "Eco-turbina. Turbo ventilador eléctrico 220 (VAC)–50 (Hz), de bajo consumo: eficiente energéticamente". *Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social*, vol. 1 (1), pp. 1-28. Doi: <https://doi.org/10.24215/26838559e001> [En línea]. Recuperado de: <https://revistas.unlp.edu.ar/IDTS/article/view/6270/7812>
- Anderson, I. F. (2020). Alicia a Través de las Puertas, los Espejos y las Ventanas. *ArtyHum: Revista Digital de Artes y Humanidades*, (69), 8-41. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141523>
- Anderson, I. F. (2020). Breve historia occidental del diseño de muebles (Parte 1). *ArtyHum: Revista Digital de Artes y Humanidades*, (71), 61-114. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141300>
- Anderson, I. F. (2020). La civilizada arquitectura europea y sus vínculos con el hábitat doméstico latinoamericano. *ArtyHum: Revista Digital de Artes y Humanidades*, (73), 8-63. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141413>
- Anderson, I. F. (2020). Breve historia occidental del diseño de muebles (parte 2). *ArtyHum: Revista Digital de Artes y Humanidades*, (74), 61-114. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141346>
- Anderson, I. F. (2020). Teorema de lo bello (Parte IV). *ArtyHum: Revista Digital de Artes y Humanidades*, (75), 28-62. En Línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141037>
- Anderson, I. F. (2020). La estética de las máquinas de la Belle Époque europea y sus influencias culturales en Latinoamérica. *ArtyHum: Revista Digital de Artes y Humanidades*, (77), 65-106. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141467>
- Anderson, I. F., Argüero, Á. J. A., Dorochesi Fernandois, M., Agrelo, P. J., Alfano, A. C., Bischoff, L. C. & Del Giorgio Solfa, F. (Dir.) (2020). *Gestión integrada de diseño e innovación*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/125244>
- Anderson, I. F. (2021). Máscaras para covid-19 hechas por impresión 3d en la Escuela Técnica N° 2 "Independencia". *ArtyHum: Revista Digital de Artes y Humanidades*, (82), 43-84. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141734>
- Anderson, I. F. (2021). Análisis de un caso generado en la Escuela Técnica N° 2: máscaras faciales diseñadas en software CAD-STL e impresas en poliláctico (PLA) con impresoras 3D, para protección del SARS-CoV-2 o Covid-19 (Coronavirus). *Reflexión Académica en Diseño y Comunicación*, año XXII, vol. 48, 77-87. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/142965>
- Anderson, I. F. (2021). "Proyecto: ID 2021-21751 Turbo: extractor/soplador de aire de ambientes viciados de COVID-19", en *Concurso Nacional INNOVAR, 16° Edición del MINCYT (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación) y la Agencia de I+D+i (Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación*. Buenos Aires. MINCYT + ANPCYT. En línea: https://www.innovar.mincyt.gob.ar/docs/INNOVAR_ganadores_2021.pdf
- Anderson, I. F. (2021). El pensamiento abductivo y el uso de iconografías artísticas y de diseño en las ciencias. *ArtyHum: Revista Digital de Artes y Humanidades*, (81), 46-97. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141081>

- Anderson, I. F. (2021). El pensamiento abductivo y el uso de iconografías artísticas y de diseño en las ciencias (parte 2). *ArtyHum: Revista Digital de Artes y Humanidades*, (83), 122-171. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141170>
- Anderson, I. F., Argüero, Á. J. A., Dorochesi Fernandois, M., Agrelo, P. J., Alfano, A. C., Bischoff, L. C. & Del Giorgio Solfa, F. (Dir.) (2020). *Gestión integrada de diseño e innovación*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/125244>
- Anderson, I. F. (2021). Turbo: energy efficient air blower. *Academia Letters*, Article 2161. <https://doi.org/10.20935/AL2161>
- Anderson, I. F. (2022). El pensamiento abductivo en el Design Thinking. *Actas de Diseño*, (41), 45-48. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/147254>
- Anderson, I. F. (2022). El método analógico como técnica de creatividad del Design Thinking. *Actas de Diseño*, (41), 123-126. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/147257>
- Anderson, I. F. (2022). 1º Premio Nacional INNOVAR 2021 de la Agencia Nacional I+D+I – MINCYT Nación: extractor de aire centrífugo, para ambientes contaminados con SARS-CoV-2, de alta eficiencia energética. *X Jornadas de Investigación en Disciplinas Artísticas y Proyectuales (JIDAP) de la FBA-UNLP*. Handle: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/148463>
- Anderson, I. F. (2022). Diseño industrial y electromecánico de un extractor de aire centrífugo de alta eficiencia energética para ambientes con Covid-19. *TECSUP (I+i) Investigación aplicada e innovación*, 16, 44-57. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/147583>
- Anderson, I. F. (2022). El pensamiento abductivo en el Design Thinking. *Actas de Diseño*, (41), 45-48. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/147254>
- Anderson, I. F. (2022). El método analógico como técnica de creatividad del Design Thinking. *Actas de Diseño*, (41), 123-126. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/147257>
- Anderson, I. F. (2022). El pensamiento abductivo y el uso de iconografías artísticas y de diseño en las ciencias (Parte II). *ArtyHum Revista de Artes y Humanidades*, 83,. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141170>
- Anderson, I. F. (2022). El pensamiento abductivo en el Design Thinking. *Actas de Diseño*, (41), 45-48. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/147254>
- Anderson, I. F. (2022). El método analógico como técnica de creatividad del Design Thinking. *Actas de Diseño*, (41), 123-126. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/147257>
- Anderson, I. F. (2022). Energy Efficient Centrifugal Air Extractor for Environments Contaminated With Sars-Cov-2 (Coronavirus). How to Build a Motor That Saves Electricity. *Preprints*, 1-31. DOI: <https://doi.org/10.31219/osf.io/gepbc>. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/145958>
- Anderson, I. F. (2022). Hertzian motor: An innovative method to obtain an energy efficiency of 90%, in savings in single-phase active energy (kwh), if the “Fan Law” is applied to PMSM-type synchronous motors without the need to apply the use of Variable Frequency Drives (VFD). *OSFpreprints*, 1-53. DOI: <https://osf.io/e7cv8>. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/147431>
- Anderson, I. F. (2023). An Innovative Method to Increase Energy Efficiency of PMSM-Type Synchronous Motors. *IUP Journal of Electrical and Electronics*

- Engineering*, 16, (1), 7-35. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/150750>
- Anderson, I. F. (2023). ROBOT-T2: Robot Educativo Realizado por Alumnos y Profesores de la Escuela Técnica N° 2 (E.E.T. N° 2) "Independencia", Concordia, Entre Ríos. *EdArXiv Preprints*, 1-50. DOI: <https://edarxiv.org/ymd2r>. En línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/152697>
- Anderson, I. F. (2023). Extractor de aire centrífugo energéticamente eficiente para ambientes contaminados con SARS-CoV-2 (Coronavirus). *Innovación Y Desarrollo Tecnológico Y Social*, (4), 20-67. DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e032>. En Línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/150657>
- Anderson, I. F. (2023). EcoBlock de autoconstrucción, para viviendas sociales. *EdArXiv Preprints*, 1-46. DOI: <https://edarxiv.org/e2nbd/>. En Línea: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/153895>
- Anderson, I. F. (2023). Cristóbal Colón: Un pionero del Diseño Gráfico ¿Premoderno o moderno?. *Actas de Diseño*, 43, 57-64. En línea: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/1011_libro.pdf Handle: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/153895>
- Anderson, I. F. (2023). Aplicación estadístico-probabilística al concepto estético-filosófico de lo bello en el diseño industrial. *Actas de Diseño*, 43, 49-56. En línea: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/1011_libro.pdf Handle: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/154263>
- Anderson, I. F. (2023). Extractor de aire centrífugo que reduce la huella de carbono. *Cuadernos*, 193, 31-46. En línea: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/cuadernos/detalle_articulo.php?id_libro=1033&id_articulo=19856 Handle: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/154308>
- Albano, C.; Camacho, N., Hernandez, M., A. J. Bravo y H. Guevara (2008). "Estudio de concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamanos de partículas". *Rev. Fac. Ing. UCV*, 23(1). Caracas. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100005
- Butynski, E., Belzunegui, D., Lloret, F., L. (2017). Producción de bloques eco modulares suelo cemento en Argentina. UTN. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Proyecto%20final%20Bloques%20Eco%20Modulares.pdf>
- Canale, G. (2010). Manual de diseño para la sustentabilidad. Buenos Aires: Diseño Librería Técnica CP67. [En línea]. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.cp67.com/reader/manual-de-diseno-para-la-sustentabilidad?location=1>
- Canale, G. (2010). "S.O.S. Diseño sustentable. Sustentabilidad, Economía y Diseño". En 5° Foro de Ética y Sustentabilidad. Diseño Sustentable. Buenos Aires: 2009. Publicado en el Boletín N° 158 del INTI. [En línea]. Disponible en: https://proyectaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Bibliog_obligat/INTI%20bol158-1%20SOS%20Dise%C3%B1o%20Sustentable.pdf
- Canale, G. (2013). "Ciclo de Vida de Productos. Aportes para su uso en Diseño Industrial". Buenos Aires: INTI. [En línea]. Recuperado de: <https://proyectaryproducir.com.ar/wp-content/uploads/2015/09/ACV%20Libro%20A4%20Rev%20b%2016-12-13.pdf>

- Canale, G. (2013). "Aportes de ACV simplificado al diseño para la sustentabilidad. Casos de aplicación industrial". En V Conferencia Internacional sobre Análisis de Ciclo de Vida – CILCA 2013 Mendoza: Universidad Tecnológica Nacional. [En línea]. Disponible en: https://proyectaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Bibliografia/CILCA%202013%20en%20castellano%20FINAL%2001-2013.pdf
- Canale, G. (2014). Materialoteca. Perfil ambiental de materiales (solamente la Introducción). [En línea]. Disponible en: https://proyectaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Bibliografia/Extracto%20de%20Introducci%C3%B3n%20-%20Materialoteca.pdf
- Canale, G. (Editor). (2015). Manual de materiales para la sustentabilidad. Buenos Aires: Librería Técnica CP67. [En línea]. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.cp67.com/reader/materialoteca?location=178>
- Chapman, S. J. (1987). Máquinas eléctricas (5º Edición). México: Mc Graw Hill. [En línea]. Recuperado de: https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/20762/mod_resource/content/1/Maquinas-electricas-Chapman-5ta-edicion-pdf
- Contreras Villamizar, E. F.; Sánchez Rodríguez, R. (2010). Diseño y construcción de un banco de prácticas en motores eléctricos, como apoyo a la asignatura diseño de máquinas II. Colombia: Universidad Industrial de Santander. [En línea]. Recuperado de: <https://docplayer.es/7240795-Diseno-y-construccion-de-un-banco-de-practicas-en-motores-electricos-como-apoyo-a-la-asignatura-diseno-de-maquinas-ii.html>
- Harkins and Wilson. (1915). Niels Bohr and the Dawn of Quantum Theory. *Philosophical Magazine* 94 (27), 1406. https://www.researchgate.net/publication/265248963_Niels_Bohr_and_the_Dawn_of_Quantum_Theory
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (2009). Manual de normas de aplicación para dibujo técnico. Edición XXVII. Buenos Aires: IRAM [en línea]. Recuperado de https://infoxcad.files.wordpress.com/2010/02/normas_iram_2009.pdf
- Kekulé, A. (1872), titulado "Ueber einige Condensationsproducte des Aldehyds" en: *Liebigs Ann. Chem.* 162 (1), 77–124. <https://doi.org/10.1002/jlac.18721620110>
- Kragh, H. (2012). Rutherford, Radioactivity, and the Atomic Nucleus. *ArXiv [physics.hist-Ph]*, 19. <http://arxiv.org/abs/1202.0954>
- Kragh, H. (July 2010). *The Early Reception of Bohr's Atomic Theory (1913-1915): A Preliminary Investigation*. RePoSS: Research Publications on Science Studies 9. Aarhus: Centre for Science Studies, University of Aarhus. <https://css.au.dk/fileadmin/reposs/reposs-009.pdf>
- Fitzgerald, A. E.; Kingsley, Ch.; Umans, S. D. (2003). Máquinas eléctricas (6º Edición). México: Mc Graw Hill. [En línea]. Recuperado de: https://www.academia.edu/17314182/maquinas_electricas
- Fitzgerald, A. E.; Kingsley, Ch.; Kusko, A. (1975). Teoría y análisis de las máquinas eléctricas. Barcelona: Editorial Hispano Europea. [En línea]. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/185915953/teoria-y-analisis-de-las-maquinas-electricas-fitzgerald-kingsley-kusko>
- Fraile Mora, J. (2008). Máquinas eléctricas (6º Edición). Madrid: Mc Graw Hill. [En línea]. Recuperado de: https://www.academia.edu/42010234/Maquinas_electricas_6a_ed_Fraile_Mora_Jesus

- Harper, G. (2006). El ABC de las máquinas eléctricas II. Motores de corriente alterna. México: Grupo Noriega Editores. [En línea]. Recuperado de: https://www.academia.edu/15986437/EL_ABC_DE_LAS_MQUINAS_ELECTRICAS_VOL_2_MOTORES_DE_CORRIENTE_ALTERNA
- Harper, G. (2006). El ABC de las máquinas eléctricas III. Instalación y control de motores de corriente alterna. México: Grupo Noriega Editores. [En línea]. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/388385650/El-ABC-de-La-Maquinas-Elctricas-Instalacion-y-Control-de-Motores-de-Corriente-Alterna-Enrique-Harper-pdf>
- Instituto Tecnológico de Canarias. (2008). Energías renovables y eficiencia energética. Canarias. ITC, S. A. [En línea]. Recuperado de: <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- Lemaître, A. G. (1931). "A Homogeneous Universe of Constant Mass and Increasing Radius accounting for the Radial Velocity of Extra-galactic Nebulae". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 91 (5), 483–490, <https://doi.org/10.1093/mnras/91.5.483>
- Ledesma, J. M. (2020). "La Caracterización Estructural del Benceno de Kekulé: un Ejemplo de Creatividad y Heurística en la Construcción del Conocimiento Químico." *Ciência & Educação* (Bauru) 26 (July): e20019. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200019>
- Lemaitre, G. "La Grandeur de l'Espace". Publications du Laboratoire d'Astronomie et de Geodesie de l'Universite de Louvain, vol. 6, pp.9-36.
- Luminet, J. P. (2011). Editorial note to "The beginning of the world from the point of view of quantum theory" by Georges Lemaître. *Gen. Rel. Grav.* 43 (10), p. 2911-2928. <https://doi.org/10.1007/s10714-011-1213-7>
- Luminet, J. P. (2013). Download Citation of Editorial Note to 'A Homogeneous Universe of Constant Mass and Increasing Radius Accounting for the Radial Velocity of Extra-Galactic Nebulae' by Georges Lemaître (1927). *Gen Relativ Gravit*, 45, 1619–1633. https://www.researchgate.net/publication/236946686_Editorial_note_to_A_Homogeneous_Universe_of_Constant_Mass_and_Increasing_Radius_accounting_for_the_Radial_Velocity_of_Extra-Galactic_Nebulae_by_Georges_Lemaitre_1927
- McQuire, S. (2018). The power of diagrams: A typology of 21st century visualization practices. *Theory, Culture & Society*, 35(7-8), 181-203. <https://doi.org/10.1177/0263276418800911>
- Mohan, N.; Undeland, T. M.; Robbins, W. (2009). ELECTRÓNICA DE POTENCIA. Convertidores, aplicaciones y diseño (3º Edición). México: McGraw Hill. [En línea]. Recuperado de: <https://lc.fie.umich.mx/~jorgeahb/Pagina/materias/PIES/electronica-de-potencia-mohan-3ra-edicion.pdf>
- Ogburn, W., Thomas, D. (1922). Are Inventions Inevitable?: A Note on Social Evolution. *Revista trimestral de Ciencia Política*, vol. 37 (1), 83-98. Publicado por La Academia de Ciencias Políticas. <https://www.jstor.org/stable/pdf/2142320.pdf>
- Odenbaugh, J. (2009). Images, models, and evidence in biology. *Philosophy of Science*, 76(5), 737-749. https://www.academia.edu/1956627/Models_in_biology

Resnick, R; Halliday, D; Krane, K; (2007). Física, Vol. 2 (6° Edición). México: Grupo Editorial Patria. [En línea]. Recuperado de: https://www.academia.edu/31428733/F%C3%ADsica_Vol_2_Halliday_Resnick_and_Krane_5th_Edition_Espa%C3%B1ol

Sali, S., Maclsaac, D. (2007). Using Gravitational Analogies to Introduce Elementary Electrical Field Theory Concepts. *The Physics Teacher*, 45(2), 104-108.

https://www.researchgate.net/publication/243714967_Using_Gravitational_Analogies_to_Introduce_Elementary_Electrical_Field_Theory_Concepts

Watson, J. D. (1968). The double helix: A personal account of the discovery of the structure of DNA. Atheneum. https://sites.bu.edu/manovec101/files/2017/09/Watson_The_Double_Helix.pdf

Weinberger, P. (2014). Niels Bohr and the Dawn of Quantum Theory. *Philosophical Magazine* 94 (27). <https://doi.org/10.1080/14786435.2014.951710>