

# Metodología sistémica aplicada al diseño

**Ferradas, Daniel Eduardo**

[deferradas@gmail.com](mailto:deferradas@gmail.com)

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco (Argentina).*

**Ferradas, Germán Eduardo**

[germaneduardoferradas@gmail.com](mailto:germaneduardoferradas@gmail.com)

*Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina).*

**Tonini, Walter René**

[wtonini@sanfrancisco.utn.edu.ar](mailto:wtonini@sanfrancisco.utn.edu.ar)

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco (Argentina).*

Fecha de recepción COINI: 13/07/2022<sup>5</sup>

Fecha de aprobación RIII: 07/02/2023

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo generar una metodología sistémica aplicada al diseño que considere lazos conectivos organizados de múltiples variables intervinientes en el diseño, que lo ordenen y retroalimenten, para tomar acciones correctivas en función de interrelaciones de partes que en forma primaria no se visualizan. Plantea la vinculación de variables mediante nodos de interacción, con un orden de relevancia e impacto en sus sistemas y subsistemas, con nodos críticos que visualizan la necesidad de acciones correctivas generadoras de variables de cambio que retroalimentan al proceso, originándose nuevos lazos de ponderación, asociación e interacción de variables con un enfoque sistémico. Su aplicación es una herramienta facilitadora del proceso de diseño que lo optimiza y permite adecuar sus partes en función de las condiciones preestablecidas en el comportamiento esperado del objeto del diseño, generando documentación ordenada de sus etapas y adecuaciones.

**Palabras Claves:** diseño; nodos críticos; sistémico.

---

<sup>5</sup> **Artículo Premiado** en el XV COINI 2022

## Systemic methodology applied to design

### ABSTRACT

This work aims to generate a systemic methodology applied to design that considers organized connective ties of multiple variables involved in the design, which order and provide feedback, to take corrective actions based on interrelationships of parts that are not visualized in a primary way. It proposes the linking of variables through interaction nodes, with an order of relevance and impact on their systems and subsystems, with critical nodes that visualize the need for corrective actions that generate change variables that feed back into the process, originating new bonds of weighting, association and interaction of variables with a systemic approach. Its application is a tool that facilitates the design process that optimizes it and allows its parts to be adapted based on the pre-established conditions in the expected behavior of the design object, generating orderly documentation of its stages and adaptations.

**Keywords:** design; critical nodes; systemic

## Metodologia sistêmica aplicada ao design

### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo criar uma metodologia sistêmica aplicada ao design, considerando laços conectivos organizados de múltiplas variáveis intervenientes no design, que o ordenem e o retroalimentem, para a tomada de ações corretivas em função de interrelações de partes que não são visualizadas em sua forma primária. Propõe a vinculação de variáveis mediante nós de interação, com ordem de relevância e impacto em seus sistemas e subsistemas, com nós críticos que visualizam a necessidade de ações corretivas geradoras de variáveis de mudanças que retroalimentam o processo, dando origem a novos laços de ponderação, associação e interação de variáveis com uma abordagem sistêmica. Sua aplicação é uma ferramenta facilitadora do processo de design que o otimiza e permite adequar suas partes em função das condições pré-estabelecidas no comportamento esperado do objeto do design, resultando na documentação organizada de suas etapas e adequações.

**Palavras chave:** design; nós críticos; sistêmico

## 1. INTRODUCCIÓN

El diseño es un proceso complejo, con aspectos intrínsecos endógenos y exógenos al objeto del diseño que constituyen desafíos en función de su grado de complejidad, no solo desde los conocimientos de ingeniería sino también en la necesidad de establecer su orden conectivo y organizativo.

Este ordenamiento requiere de herramientas que permitan la realización de lazos de vinculación en sus etapas, que reordenan y establecen la retroalimentación necesaria para disponer de variables para acciones correctivas que en forma primaria no se visualizan, constituyéndose así en nodos esenciales del proceso de diseño en ingeniería.

Así definido podemos considerar al diseño como una función de varias variables: conocimientos técnicos (ct), capacidad tecnológica disponible (ctd), experiencia (ex), compromiso social (cs) y con el medio ambiente (ma), interpretación de necesidades internas (ni) y de mercado (nm), factibilidad productiva (fp), productividad (pr), simulaciones (s), prototipado (p), ensayos (e), facilidad de acceso a sus componentes (fac) y materias primas (mp), agrupadas en la ecuación (1), que inexorablemente se vinculan e impactan en el objeto del diseño (Figura 1)

$$D = f (ct, ctd, ex, cs, ma, ni, nm, fp, pr, s, p, e, fac, mp) \quad (1)$$

La consideración de cada variable en cuanto a su ponderación es propia de cada diseñador, lo que permite abordar diseños con la impronta particular del tratamiento objetivo de cada diseñador.

La aplicación de una metodología sistémica asociada al diseño permitirá construir un sistema de vinculación de estas variables a partir de parámetros de entrada al sistema, para posteriormente encontrar nodos de interacción que involucran y conjugan aspectos técnicos específicos de las condiciones preestablecidas del producto a lograr, y así alcanzar un diseño integral del producto. Es entonces necesario ponderar estas variables en su asociación, para aplicar en el proceso de diseño las acciones correctivas necesarias que surgen de su análisis.

Definido así, el diseño se debe abordar con un enfoque sistémico de múltiples variables con un objetivo en común y dotado de una sumatoria de elementos relacionados entre sí. Corresponde entonces hablar de metodología sistémica aplicada al diseño, capaz de separar sus partes sin obviar su interacción, separar lo relevante de lo irrelevante y ponderar adecuadamente sus variables, para lo que es fundamental determinar nodos críticos de retroalimentación permanente durante el proceso Figuras 1 y 2)

## 2. OBJETIVO

Generar un método de acciones sistémicas aplicadas al diseño, analizar su viabilidad y verificar su aplicación, partiendo de nodos de interacción entre las partes intervinientes, con creación de subsistemas integrantes de un sistema de pertenencia que los relacione, analizando la relevancia e impacto de variables intervinientes, que permita ratificar lo realizado en cada etapa o rectificarlo visualizando acciones correctivas generadoras de variables de cambio que retroalimentan al proceso, con nuevos lazos de ponderación, asociación e interacción, en un enfoque sistémico de variables relacionadas entre sí.

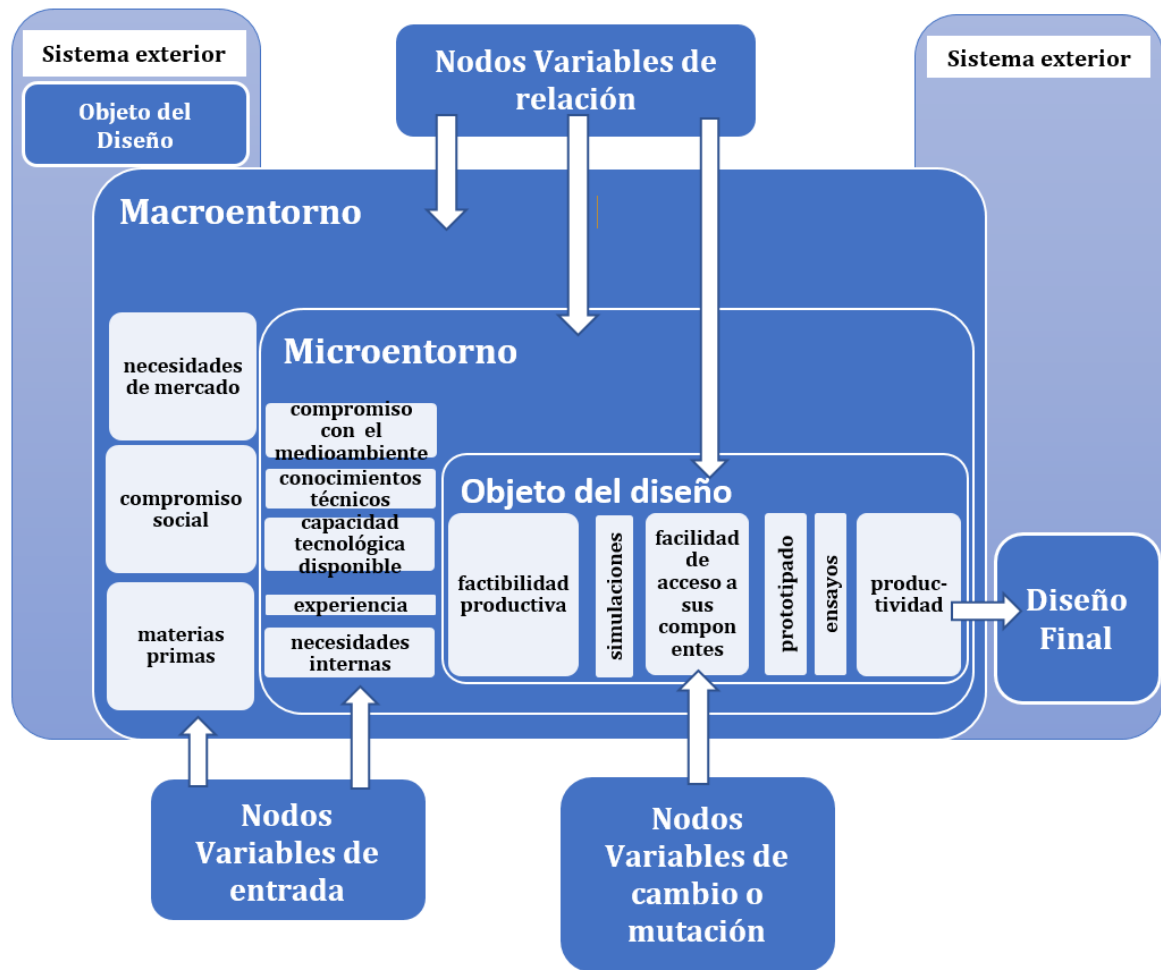


Figura 1 - Variables que inciden sobre el diseño – su agrupación por nodos (Elaboración propia 2020)

### 3. ESTADO DEL ARTE

La base de la metodología sistémica se ubica cronológicamente en el inicio del segundo cuarto del siglo XX (1937), Karl Ludwig Von Bertalanffy da origen a la teoría sistémica y la desarrolla publicando en 1969 su libro *Teoría general de sistemas*, instala su abordaje científico desde la concepción de sistema abierto, considerando aspectos conceptuales en una estructura ordenada cuyos atributos no pueden analizarse de manera relevante considerándolos individualmente, sin involucrar la relación e interdependencia de sus partes.

En 1955, se crea la Sociedad para el Progreso en la Teoría General de Sistemas promovida por Bertalanffy, Boulding, Midgley, Rapoport y Checkland.

En 1956, Kenneth Boulding en “la teoría general de sistemas y la estructura científica” generó un nuevo paradigma clasificando los sistemas con niveles y orden jerárquico.

Peter Checkland crea la metodología de sistemas blandos (SSM), (Soft Systems Methodology), basada en una forma de pensamiento sistémico.

Anatol Rapoport, a mediados del siglo XX en su Teoría general de sistemas pone de manifiesto las implicancias filosóficas de la perspectiva sistémica con una exposición moderna del enfoque sistémico.

Gerald Midgley (presidente de la Sociedad Internacional para las Ciencias de Sistemas 2013-2014) aborda la intervención sistémica a partir de cambios originados en agentes relacionados a la reflexión sobre los límites, participó en el desarrollo del pensamiento sistémico crítico y en el desarrollo de la teoría de la crítica de los límites. Stafford Beer (1972), desarrolló un modelo que representa el desarrollo conceptual centrado en el enfoque sistémico y la cibernética como herramienta que permite la retroalimentación y la variabilidad requerida con circuitos cerrados de retroalimentación en un conjunto de sistemas, subsistemas y procesos. Modelo de sistema viable.

George Klir, 1985, en un enfoque metodológico de la teoría de sistemas refiere a la cantidad de sistemas que se pueden plantear a partir de un objeto es ilimitado, dada la variabilidad ilimitada de formas en que distintos observadores del sistema pueden interactuar con un objeto. Klir se interesa por la forma de percibir los sistemas.

Actualmente trabajos como los del Dr. Bernabé Hernandis Ortuño (Universidad Politécnica de Valencia) definen marcos conceptuales en el desarrollo de una metodología sistémica aplicada al diseño mediante la generación de lazos de vinculación, evolución y mutación de variables en un proceso, con un enfoque sistémico de interpretación de herramientas conceptuales que permiten abordar realidades complejas. Plantea un método válido para tratar con sistemas con un grado de formalización que da respuesta a la necesidad de analizar en forma clara y sencilla la complejidad en el desarrollo de una metodología sistémica.

#### **4. METODOLOGÍA**

El método utilizado consistió en la aplicación de la teoría de aproximación por iteraciones sucesivas, con relevamiento de resultados en las distintas etapas del proceso y la determinación de nodos críticos de retroalimentación en el proceso de diseño.

A partir del objetivo de creación de un modelo sistémico aplicado a un caso particular de diseño, se simuló el comportamiento y se validó el resultado obtenido. Para su elaboración y validación se utilizó como caso particular del diseño, el subsistema de suspensión delantera de un vehículo, como parte del sistema tren delantero.

Se consideraron todas las variables intervinientes estableciéndose un orden de relevancia, analizando sus interacciones e impacto en los niveles de subsistema y sistema, en un proceso retroalimentado. Las sucesivas iteraciones permitieron concluir con la creación de una metodología sistémica que se validó por simulación de las distintas etapas de la investigación desarrollada en la propuesta de diseño. Se abordaron nuevas totalidades a partir del tratamiento lógico de las relaciones de sus variables, considerando para ello sistemas y subsistemas de relación atendiendo las características de microentorno y macro entorno del objeto de diseño.

#### **5. RESULTADOS**

La metodología sistémica aplicada al diseño permite identificar nodos críticos, estos surgen de la interrelación de subsistemas pertenecientes a un sistema en común, permiten compatibilizar el diseño

de partes y de conjunto para relacionarse con otros sistemas ya definidos, de esta nueva relación surge un diseño final para el objeto del diseño. La división en sistemas y subsistemas que se retroalimentan genera la visualización de posibles correcciones. Comprobada su factibilidad de aplicación y determinados definitivamente los sistemas y subsistemas con sus variables, es posible definir las características finales del objeto del diseño.

Este método facilita el proceso de diseño con un grado de impacto directamente proporcional a su complejidad, permite documentar ordenadamente el proceso y le da fiabilidad con visibilidad.

Desde el sistema exterior se aportan las variables de entrada al sistema, que en función del proceso indicado en la Figura 2 retorna al mismo el objeto de diseño, con características de DISEÑO FINAL a partir del análisis de verificación del comportamiento de sus subsistemas.

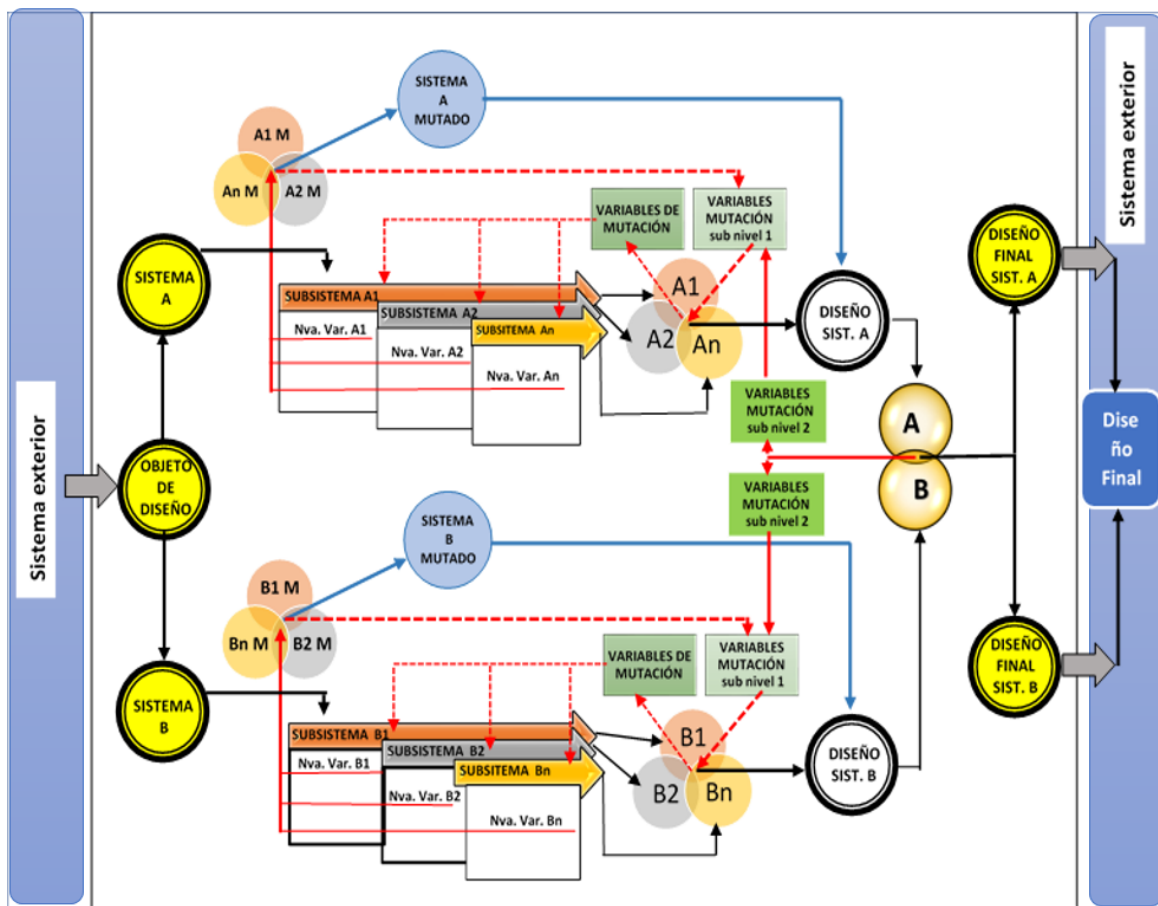


Figura 2 – El diseño como metodología sistémica (Elaboración propia 2020)

Considerando el producto como objeto del diseño, en una primera etapa se identifican sus sistemas intervinientes y luego se los divide en subsistemas, estos últimos deben ser analizados en sus impactos de interrelación, pudiendo ser o no satisfactorios.

En el caso que lo sean es adecuado avanzar definiéndolo como diseño del subsistema, que luego de un idéntico estudio de otro subsistema exige el análisis de interrelación entre ambos para definir su viabilidad. Si esta es posible se avanza en el diseño final de cada sistema. Si no fuera satisfactoria la interrelación de los subsistemas, se deben analizar los cambios necesarios, esto permite definir un conjunto de nuevas variables que se constituyen en variables de cambio o transformación (mutación),

generándose nuevas variables evolucionadas que deben analizarse en conjunto originando un nuevo sistema (sistema transformado o mutado), el cual puede constituirse en un nuevo diseño final del sistema que a su vez se debe analizar relacionándolo con otros sistemas, tal cual lo antes indicado, si esta es posible se avanza en el diseño final de cada sistema. Si el análisis de relación de variables de cambio o transformación no es adecuado es necesario recurrir a un nuevo nivel de variables de cambio o mutación (variables de cambio nivel 1) (Figura 2), cuya relación es también objeto de análisis para avanzar en el diseño del sistema tal lo antes indicado o retroalimentar el sistema con nuevas variables.

Definido el diseño de cada sistema, su interrelación puede arrojar resultados positivos o presentar inconvenientes, en el primer caso se adoptan como definitivos los diseños de los sistemas, si esto no ocurre es imperativo realizar un nuevo nivel de transformación que da origen a las variables de cambio o mutación nivel dos (Figura 2), las que vuelven a retroalimentar a los subsistemas y sistemas intervinientes.

Es entonces un modelo sistémico de retroalimentación permanente, que permite entregar al sistema exterior un adecuado diseño que contempla las condiciones impuestas por cada sistema y subsistema interviniente en el objeto del diseño y sus interrelaciones, con un conjunto de nodos críticos de vinculación por interrelación que lo hacen posible. Surge así la identificación de tres tipos de variables de incidencia en todo el proceso, variables fundamentales o esenciales, variables descendientes o derivadas y variables de cambio.

Las primeras están vinculadas con las condiciones de macroentorno y contemplan conocimientos técnicos, experiencia, compromiso social y con el medio ambiente, interpretación de necesidades internas y de mercado, y condiciones primarias de diseño, estas son variables de entrada desde el sistema exterior; las segundas involucran al microentorno y consideran factibilidad productiva, productividad y recursos en general disponibles y las terceras vinculadas estrictamente a los sistemas y subsistemas y contemplan simulaciones prototipado, ensayos y verificaciones. Las variables de cambio están condicionadas por las esenciales y las derivadas.

## 6. CONCLUSIONES

Se concluye que el método sistémico generado a partir de nodos críticos de relación, de interrelación y de variabilidad, genera un proceso de retroalimentación sistémica que permite adecuar las partes del diseño en función de las condiciones preestablecidas en el comportamiento esperado del objeto del diseño, constituyéndose en una herramienta de utilidad facilitadora del proceso que permite la reducción de tiempos y costos, su aplicación llevada al ámbito computacional logra su optimización en la generación y almacenamiento de documentación técnica respaldatoria ordenada de sus etapas con las adecuaciones producidas en cada una de ellas.

## 7. REFERENCIAS

Capuz Rizo, S, Gomez Navarro, T. *Ecodiseño-(2002). Ingeniería del Ciclo de Vida para el Desarrollo de Productos Sostenibles* – Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-9705-191-2 [cuatro o más autores: Capuz Rizo, S., Gómez Navarro, T., Vivancos Bono, J., Viñoles Cebolla, R., Ferre Gisbert, P., López García, R., Bastante Ceca, M].

Editores: DRA. DEYANIRA BEDOLLA PEREDA, DR. AARÓN CABALLERO QUIROZ, DR. LUIS RODRÍGUEZ MORALES, MTRA. NORA MORALES ZARAGOZA – (2016) - Facetas de la Evaluación en el Diseño – (edición digital) - editado por la División de Ciencias de la Comunicación y Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa - ISBN: 978-607-28-0831-7 Primera edición.

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; Baptista Lucio, P. (2014) Metodología de la Investigación – 6ta. edición McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. México D.F. ISBN: 978-1-4562-2396-0 .

Hernandis, B, Iribarren Navarro, E. (2000). Diseño de Nuevos Productos-Una perspectiva sistémica. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-7721-761-0 [dos autores].

Krik, Ev. (1999). Introducción a la ingeniería y al Diseño en Ingeniería. – México DF: Editorial Limusa S.A. de C.V.- Grupo Noriega Editores, 23ra. Imp. ISBN: 968-18-0176-8 [un autor].