

Herramientas para la aplicación de una metodología sistémica asociada al diseño

Tools for the application of a systemic methodology associated with design

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Daniel Eduardo Ferradas

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco.
deferradas@gmail.com

Walter R. Tonini

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco.
wtonini@sanfrancisco.utn.edu.ar

Celeste Pilar Ferradas

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco.

Resumen

El objetivo de este trabajo consiste en generar una herramienta aplicada al diseño que permita abordarlo con metodología sistémica, considerando lazos conectivos organizados de sus múltiples variables intervinientes, que lo ordenen y retroalimenten para tomar decisiones y realizar, si fuera necesario, acciones correctivas en función de interrelaciones de partes que en forma primaria no se visualizan. La vinculación de variables se canaliza 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 respaldatoria y ordenada de sus etapas y adecuaciones.

Palabras clave: herramienta, diseño, nodos críticos, sistémica

Abstract

The objective of this work is to generate a tool applied to design that allows approaching it with a systemic methodology, considering organized connective ties of its multiple intervening variables, which order and provide feedback to make decisions and carry out, if necessary, corrective actions based on interrelationships of parts that are not primarily visualized. The linking of variables is channeled 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 weighting loops, 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 supporting and orderly documentation of its stages and adaptations.

Keywords: tool, design, critical nodes, systemic

Introducción

El diseño suele tornarse en un proceso complejo vinculado a las características del objeto de diseño. Su grado de complejidad está relacionado con aspectos propios e intrínsecos, asociados a variables cuya vinculación constituyen desafíos de retroalimentación ordenada, con relación de sus partes e interrelación de subsistemas y sistemas intervinientes, esta complejidad debe abordarse desde los conocimientos de ingeniería centrados en la necesidad de establecer un orden conectivo y organizativo del proceso en sus distintas etapas.

Este ordenamiento requiere de herramientas que permitan la realización de lazos conectivos en sus etapas, ellos reordenan y establecen la retroalimentación necesaria para disponer de variables y así realizar acciones, en muchos casos correctivas, que en forma primaria no se visualizan, constituyéndose 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), 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 únicos. Dicho esto, es posible construir una ecuación con variables de base y exponenciales como atributo ponderado de cada una de ellas, Su solución es posible hallarla, para ello cada variable de base debe ser vinculada con las variables consideradas como exponentes, Ecuación (2)

$$D = K \cdot ct^x \cdot ctd^y \cdot ex^z \cdot cs^u \cdot ma^v \cdot ni^w \cdot nm^{x1} \cdot fp^{y1} \cdot pr^{z1} \cdot m^{u1} \cdot p^{v1} \cdot e^{w1} \cdot fac^{x2} \cdot mp^n \quad (2)$$

Donde K es un número adimensional, pero no necesariamente constante.

Operando, se pueden expresar todos los exponentes en función de uno solo de ellos (tomado como común y fundamental por el proyectista) considerando variables en común que caracterizan cada variable de base (impronta particular del tratamiento objetivo de cada diseñador que hace que los diseños de un mismo producto sean distintos en función de la ponderación personal de las variables), y así encontrar ecuaciones que resueltas matricialmente permitirán hallar la relación entre las variables de base y las nuevas variables que como exponentes forman parte de la ecuación planteada. Dicho esto, se construye una ecuación de valoración de variables relacionadas entre sí que permite analizar el impacto sobre el diseño que surge de cambios originados en variables de cambio o de mutación de los sistemas o subsistemas del objeto de diseño. 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 y posibles 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).

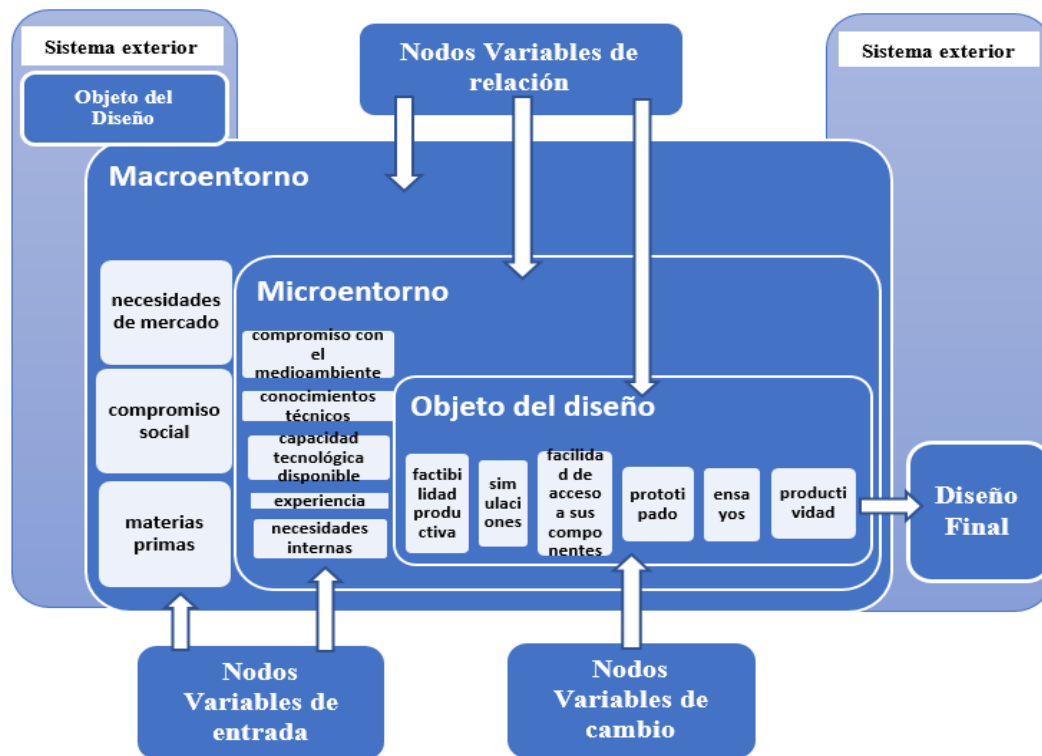


Figura 1. Variables que inciden sobre el diseño – su agrupación por nodos (Elaboración propia 2020)

Desarrollo

Generar una herramienta basada en un método de acciones sistémicas aplicadas al diseño con ponderación de variables, 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 posibles 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.

Se utilizó como metodología 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 generación de una herramienta de diseño desde la concepción 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 tambor giratorio de una máquina peladora-lavadora de tubérculos, como parte del sistema primera limpieza. 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 generación de una herramienta 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 del objeto de diseño.

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 objeto de diseño, con características de DISEÑO FINAL, a partir del análisis de verificación del comportamiento de sus subsistemas.

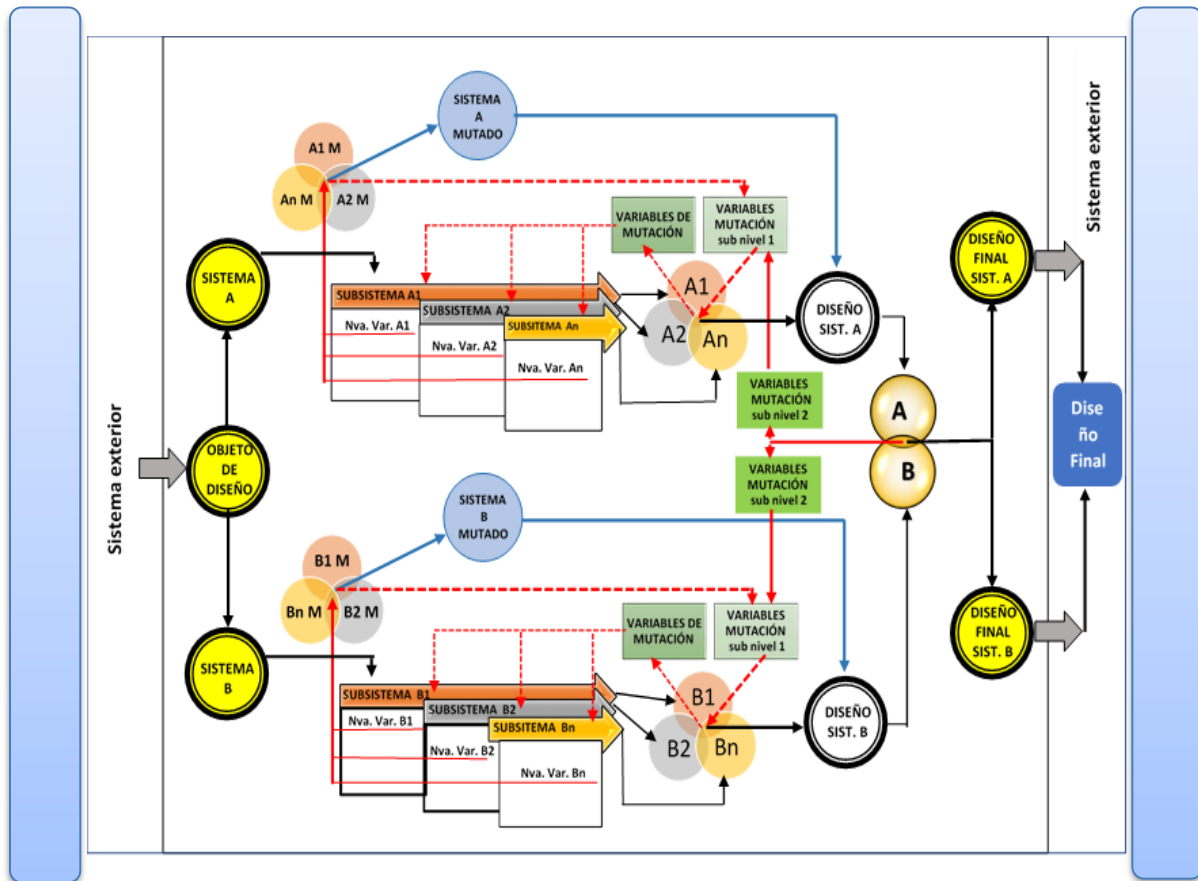
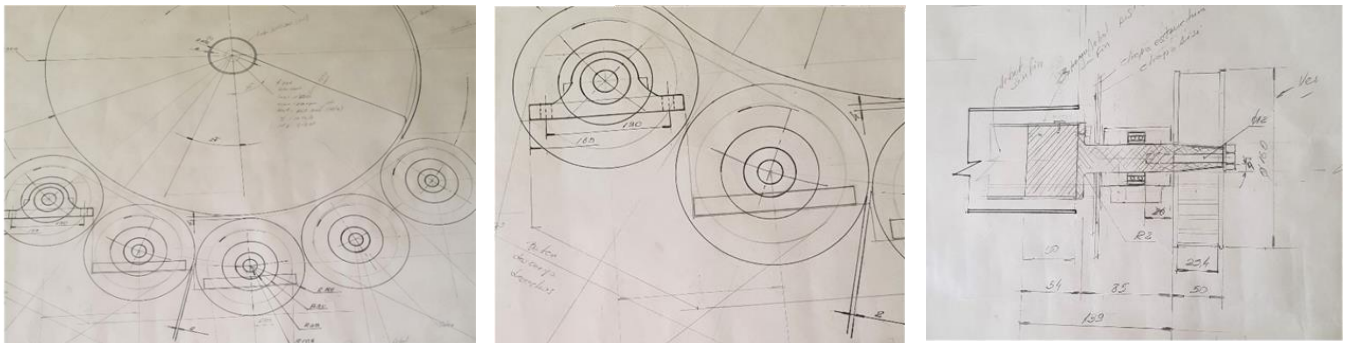


Figura 2 – El diseño como metodología sistémica (Elaboración propia 2020)

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, la figuras (3) corresponden al análisis de aplicación de la herramienta en la etapa de croquizado.



Figuras 3 – Análisis de Comportamiento de la herramienta propuesta en etapa de croquizado – Sistema Primera Limpieza - Subsistema Tambor Giratorio – por aplicación de iteraciones (Elaboración propia 2022)

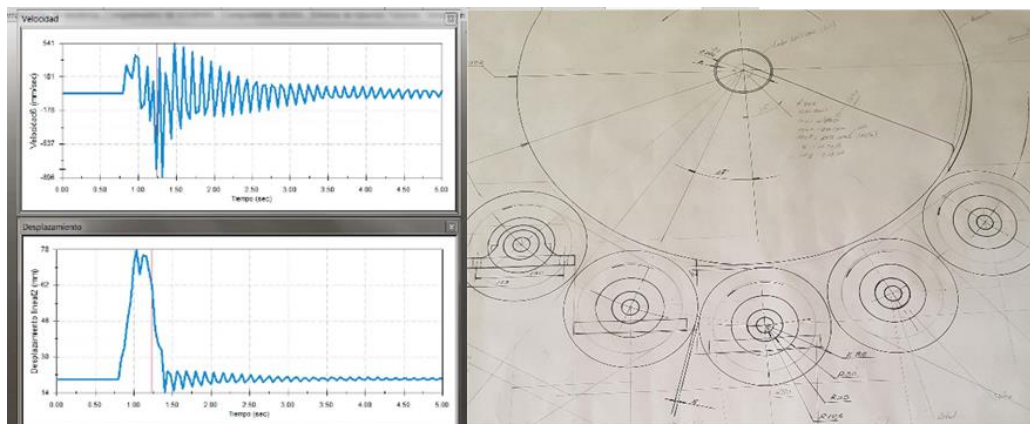


Figura 4 – Simulación de absorción de vibraciones Tambor Giratorio - (Elaboración propia 2022)

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. La Figura (4) corresponde a su verificación y posterior simulación de los resultados obtenidos utilizando como caso particular el subsistema de tambor giratorio de una máquina peladora-lavadora de tubérculos, como parte del sistema primera limpieza.

Conclusiones

Se concluye que una herramienta de diseño basada en la metodología sistémica, generada 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.

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.
- Deyanira Bedolla Pereda et al. (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.
- Gutiérrez Gómez, G. (2013). *Teoría General de Sistemas*. Ediciones USTA - ISBN 978-958-631-631-850-1
- Hernandis, B, Iribarren Navarro, E. (2000). *Diseño de Nuevos Productos-Una perspectiva sistémica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-7721-761-0.
- 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.
- Ortuño B. H. (2018). *System & Design 2017-From theory to product*. Edit. Universidad Politécnica de Valencia - ISBN 978-84-9048-582-8.
- Osorio Gómez, J. C. (2018). *Introducción al Pensamiento Sistémico*. Universidad del Valle-Programa editorial ISBN PDF 978-958-765-608-4.
- Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio (2014). *Metodología de la Investigación*. México DF: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. 6ta. edición ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- Sosa Compeán, L. B. (2020). *Nociones sobre el Diseño Complejo*. Labyrinthos Editores 2020 - ISBN 978-607-99076-0-0.