

Impacto del modelo sistémico en la formación de competencias en diseño: Un estudio de caso en ingeniería del diseño

Impact of the systemic model on design competency development: A case study in engineering design

Juan Carlos Briede Westermeyer^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-5746-0169>
 Javier Aparisi-Torrijo²  <https://orcid.org/0000-0001-7588-4005>
 Marianela Luzardo-Briceño³  <https://orcid.org/0000-0002-8364-5378>
 Roberto Durán-Novoa⁴  <https://orcid.org/0000-0003-4073-9363>
 Víctor Manuel Santiago-Praderas²  <https://orcid.org/0000-0001-7765-8300>
 Bernabé Hernandis-Ortuño²  <https://orcid.org/0000-0002-5697-6382>

Recibido 25 de marzo de 2025, aceptado 02 de diciembre de 2025

Received: March 25, 2025 Accepted: December 02, 2025

RESUMEN

Este estudio analiza el impacto del modelo sistémico ID-Think® Product model de Hernandis en el desarrollo de competencias de diseño en estudiantes de máster en ingeniería. Se llevó a cabo un estudio de caso en la asignatura Modelos para la Innovación de Productos y Servicios del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València (UPV). Mediante un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo-exploratorio, con análisis de asociación complementario, se combinaron datos cuantitativos y cualitativos, aplicando un cuestionario a 18 estudiantes para evaluar su percepción sobre la efectividad de la metodología, su impacto en el desarrollo de competencias y su experiencia con la herramienta. Los resultados evidencian que el modelo sistémico facilita la estructuración del proceso de diseño, mejorando la organización, la toma de decisiones y la calidad de las soluciones generadas. Se identificó un impacto positivo en el desarrollo de competencias clave, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la comunicación y el trabajo en equipo. No obstante, algunos participantes perciben que la rigidez del modelo puede limitar la creatividad y la exploración de soluciones innovadoras. Asimismo, se señalaron áreas de mejora, como la necesidad de simplificar ciertos elementos y flexibilizar su aplicación para adaptarse a distintos contextos de diseño. Estos hallazgos sugieren que la integración de metodologías sistémicas en la enseñanza del diseño puede fortalecer competencias profesionales, aunque se requiere un equilibrio entre estructura y flexibilidad para maximizar su impacto en el aprendizaje y la innovación.

Palabras clave: Metodología sistémica, diseño de productos, educación en ingeniería.

ABSTRACT

This study analyzes the impact of the Hernandis systemic model, ID-Think® Product model, on the development of design competencies in master's students among engineering. A case study was conducted

¹ Universidad Técnica Federico Santa María. Departamento de Ingeniería en Diseño. Valparaíso, Chile.
Email: juancarlos.briede@usm.cl

² Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería Gráfica. Valencia. España.
Email: jaaptor@dig.upv.es ; vsantiago@upv.es; bhernand@upv.es

³ Universidad de Los Andes, Escuela de Estadísticas, Mérida Venezuela. Email: nela@ula.ve

⁴ Universidad Técnica Federico Santa María. Departamento de Ingeniería en Diseño. Valparaíso, Chile.
Email: roberto.duran@usm.cl

* Autor de correspondencia: juancarlos.briede@usm.cl

in the Models for Product and Service Innovation course of the Master's Degree in Design Engineering at the Polytechnic University of Valencia (UPV). Using a mixed-methods approach, both quantitative and qualitative data were combined, with a questionnaire administered to 18 students to assess their perceptions of the methodology's effectiveness, its impact on competency development, and their overall experience with the tool. The results show that the systemic model facilitates the structuring of the design process, improving organization, decision-making, and the quality of generated solutions. A positive impact was identified in the development of key competencies, including problem-solving, critical thinking, communication, and teamwork. However, some participants perceive that the model's rigidity may limit creativity and the exploration of innovative solutions. Additionally, areas for improvement were highlighted, including the need to simplify certain elements and make their application more flexible to accommodate different design contexts. These findings suggest that integrating systemic methodologies into design education can strengthen professional competencies. However, a balance between structure and flexibility is required to maximize its impact on learning and innovation.

Keywords: Systemic methodology, product design, engineering education.

INTRODUCCIÓN

La creciente complejidad de los desafíos globales, caracterizados por su naturaleza volátil, incierta, compleja y ambigua (VUCA) [1], exige una evolución en las metodologías de diseño [2]. Los problemas actuales presentan causas interconectadas, soluciones no lineales y consecuencias imprevistas, lo que desafía los enfoques tradicionales y demanda la integración de perspectivas sociales, culturales, económicas y ambientales. Esta perspectiva se alinea con la concepción del diseño como disciplina que prioriza las necesidades humanas sobre lo estético, integrando marcos y técnicas provenientes de diversas áreas del conocimiento [3], [4]. En consecuencia, la formación de diseñadores e ingenieros en diseño debe ir más allá de la transmisión teórica, promoviendo la capacidad de resolver problemas reales mediante ideas innovadoras y aplicables [5], [6].

En este escenario, las metodologías sistémicas se presentan como un enfoque eficaz para abordar la complejidad del diseño. Su origen se encuentra en trabajos pioneros como los de Pahl Beitz, Feldhusen y Grote [7] y Hubka [8], quienes propusieron marcos sistemáticos para el desarrollo de productos técnicos. A diferencia de los métodos lineales, el pensamiento sistémico permite comprender la interdependencia entre los elementos de un sistema y sus relaciones dinámicas [9], siendo clave en la formación de diseñadores capaces de integrar conocimientos provenientes de las ciencias sociales, exactas y aplicadas [10].

Entre los desarrollos contemporáneos, el modelo sistémico de [11] se destaca por su propuesta de desagregar el producto en modelos conceptuales de forma, función y ergonomía. A través de un proceso cíclico y dinámico, esta metodología promueve la innovación, la trazabilidad y la comunicación efectiva en el proceso de diseño [12], apoyándose en herramientas como la matriz de selección de conceptos [13] y estrategias de diseño conceptual [14] y gestión de proyectos [15].

El artículo analiza la aplicación del ID-Think® Product model [16], en el contexto de la asignatura “Modelos para la Innovación de Productos y Servicios”, del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño de la UPV. El modelo se implementa dentro del Taller de Diseño [17], promoviendo el aprendizaje experiencial, la innovación, la gestión colaborativa [18] y la integración de enfoques interdisciplinarios en el ámbito del diseño de productos y servicios [19].

El taller permite enfrentar problemáticas reales, siendo comparable a otras metodologías como el modelo de Bocetado Concurrente [20], que organizan el proyecto de manera estructurada y colaborativa. Esta lógica se inscribe dentro del paradigma de la complejidad [21], el cual rechaza soluciones únicas y promueve la exploración de sistemas para revelar sus dinámicas relacionales.

Para interpretar los hallazgos del estudio, es fundamental posicionar el modelo dentro del campo del pensamiento sistémico. Desde la Teoría General

de Sistemas de Ludwig von Bertalanffy [22], este enfoque ha evolucionado hacia modelos adaptativos y complejos, como el de los sistemas adaptativos de Holland [23] o la teoría de la autopoiesis de Maturana y Varela [24]. En América Latina, García [25] ofreció un enfoque crítico que conecta los sistemas complejos con la producción situada del conocimiento, enfatizando la heterogeneidad e incertidumbre en el análisis sociotécnico.

El modelo sistémico de Hernandis se inscribe dentro de los llamados sistemas duros [26], al proponer una estructuración lógica, secuencial y controlada del diseño. Si bien es útil en contextos educativos donde se valoran la planificación y trazabilidad, presenta limitaciones para abordar procesos creativos o adaptativos más propios del pensamiento sistémico complejo [24], [25], [27].

Modelos iterativos como Design Thinking [28], [29] y Double Diamond [30] responden mejor a contextos ambiguos y centrados en el usuario, operando bajo principios abductivos, iterativos y abiertos. Estas diferencias permiten comprender las valoraciones mixtas de los estudiantes: mientras aprecian la claridad y organización del modelo sistémico, también identifican tensiones en su aplicación durante fases creativas. Además, la noción de autopoiesis de Maturana y Varela [24] introduce una visión relacional y adaptativa de los sistemas vivos, complementada por Mingers [31] y actualizada por Varela [32]. Escobar [33] y Davidová, Sweeting y Sevaldson, [34] han resaltado el potencial de integrar sistemas y diseño en contextos emergentes, subrayando la relevancia del pensamiento complejo en entornos educativos.

Desde una perspectiva latinoamericana, se ha reconocido la relevancia de integrar marcos sistémicos en educación superior en diseño. Experiencias en México [35] y Colombia [36] han articulado el pensamiento complejo con prácticas de diseño centrado en el usuario para resolver problemáticas urbanas y sociales.

Este artículo, por tanto, busca analizar la percepción estudiantil sobre el impacto del ID-Think® Product model en el desarrollo de competencias de diseño. La investigación se enmarca en el contexto del Máster Universitario en Ingeniería

del Diseño y pretende comprender cómo una metodología estructurada puede apoyar (o limitar) el desarrollo de capacidades críticas, adaptativas y proyectuales.

Pregunta de Investigación:

¿Cómo influye la aplicación del modelo sistémico ID-Think® Product model en la percepción del desarrollo de competencias de diseño en estudiantes de máster en ingeniería de diseño?

El objetivo de este artículo es analizar el impacto de la aplicación del modelo sistémico [12], en la percepción de los estudiantes sobre el desarrollo de sus competencias de diseño en el contexto del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño. El estudio se desarrolla en el Taller de Diseño de la asignatura “Modelos para la Innovación de Productos y Servicios”, durante el desarrollo de un proyecto académico, con el fin de comprender cómo esta metodología influye en su proceso de aprendizaje y formación profesional.

En coherencia con el enfoque exploratorio del estudio, se formularon algunas hipótesis orientadas a identificar posibles asociaciones entre la percepción de efectividad de la herramienta metodológica y el desarrollo de competencias clave en diseño. Estas hipótesis no tienen carácter confirmatorio, sino que buscan apoyar la interpretación de resultados a través de análisis estadísticos adecuados al tamaño de muestra:

- H1:** La percepción de impacto en la calidad del diseño se asocia con la percepción de mejora continua (Tabla H1a y Tabla H1b).
- H2:** La contribución de la metodología a la organización y gestión del tiempo se relaciona con su percepción como herramienta que facilita el proceso de mejora (Tabla H2a y Tabla H2b).
- H3:** La percepción de contribución a la gestión del conocimiento se asocia con el fortalecimiento del pensamiento crítico, la visión integral del problema y la colaboración multidisciplinaria (Tabla H3a, Tabla H3b, Tabla H3c y Tabla H3d).

Estas relaciones fueron exploradas posteriormente mediante análisis de contingencia y prueba exacta de Fisher, adecuada para muestras pequeñas con variables categóricas.

REVISIÓN DE LA LITERATURA BASE DE LA METODOLOGÍA SISTÉMICA PARA EL DISEÑO

La creciente complejidad de los productos y sistemas contemporáneos ha motivado la adopción del pensamiento sistémico como enfoque clave en el diseño, superando las limitaciones de los modelos lineales y reduccionistas tradicionales. Este enfoque permite comprender los sistemas como conjuntos interrelacionados de elementos, enfatizando las dependencias y las interacciones entre componentes [9].

Los fundamentos del diseño sistémico se encuentran en los trabajos de [7], [8], quienes propusieron una estructura sistemática para el desarrollo de productos técnicos, y de Hubka, que desarrolló una teoría general del diseño basada en principios sistémicos. La matriz de selección de Stuart Pugh complementa este enfoque al estructurar la toma de decisiones en entornos complejos. Desde estas bases, han emergido múltiples metodologías orientadas a integrar la complejidad en el proceso de diseño. Entre estas se encuentra el modelo de Bocetado Concurrente [20], que promueve un desarrollo iterativo y simultáneo de variables como forma, función, ergonomía y producción, facilitando la comunicación y la gestión del conocimiento en diseño [14]. De forma paralela, la Ingeniería de Diseño Integrada [37] destaca la colaboración interdisciplinaria y la integración de herramientas centradas en el usuario a lo largo del ciclo de vida del producto.

En el ámbito formativo, la enseñanza del diseño ha adoptado gradualmente modelos sistémicos para preparar a los estudiantes frente a problemas reales de alta complejidad. Influido por el paradigma de la complejidad [38], este giro desafía la noción de soluciones únicas y fomenta el análisis de sistemas interconectados. En este marco, Dodouras y James [39] proponen el uso de “mapas de pensamiento” para visualizar y analizar relaciones sistémicas.

Nikulin y Becker [40], presentan una metodología flexible para la toma de decisiones estratégicas en contextos complejos, integrando múltiples perspectivas desde una visión sistémica y holística. Asimismo, Cordeiro-Mota, Pacheco, Mazarelo y Hernandis-Ortuño [41] ilustran la aplicación del

enfoque sistémico en la creación de un sistema de quema cerámica ecoeficiente en la Amazonía, integrando factores técnicos, sociales y ambientales para el desarrollo sostenible.

La aplicación del modelo también ha sido reportada en el diseño de soluciones médicas y ambientales adaptadas a usuarios específicos [42], [43]. Por ejemplo, se ha utilizado para desarrollar el asistente abdomino-intestinal [43], demostrando su aplicabilidad en contextos donde la integración de requisitos funcionales, técnicos y sociales es crucial.

En este panorama, el Modelo Sistémico de Hernandis [12] se destaca por estructurar el proceso de diseño en fases interrelacionadas que abordan de forma diferenciada la forma, la función y la ergonomía del producto. Este modelo ha experimentado una evolución progresiva, tal como se ilustra en la Figura 1, donde se observa el desarrollo de sus templates y la desagregación del sistema en subsistemas. En una primera etapa, se presenta un template general que organiza el proceso de manera global. Posteriormente, en una segunda versión, se incorporan representaciones más detalladas que ilustran los procesos de análisis y la influencia de los elementos clave –forma, función y ergonomía– así como su integración en el diseño conceptual. Esta evolución desemboca en la propuesta ID-Think® Product model, en la cual los pasos del proceso se desagregan en templates específicos que prescriben la aplicación de métodos y herramientas en cada fase, hasta llegar a una instancia de integración y representación realista de la propuesta de diseño conceptual. Esta estructura contempla un panel general de fases y, finalmente, paneles detallados para cada subfase del proceso.

El modelo contempla cinco fases secuenciales: (1) análisis de necesidades, (2) definición de objetivos, (3) generación de alternativas, (4) evaluación de soluciones y (5) toma de decisiones, junto con el desarrollo y la presentación de la propuesta final. Cada fase incorpora herramientas específicas que fomentan la trazabilidad de decisiones y permiten retroalimentaciones. Su uso se ha difundido en programas de grado y posgrado en Ingeniería en Diseño, donde es valorado por su capacidad para desarrollar competencias como la planificación, la gestión del tiempo y la toma de decisiones.

Fuente: Elaboración propia.

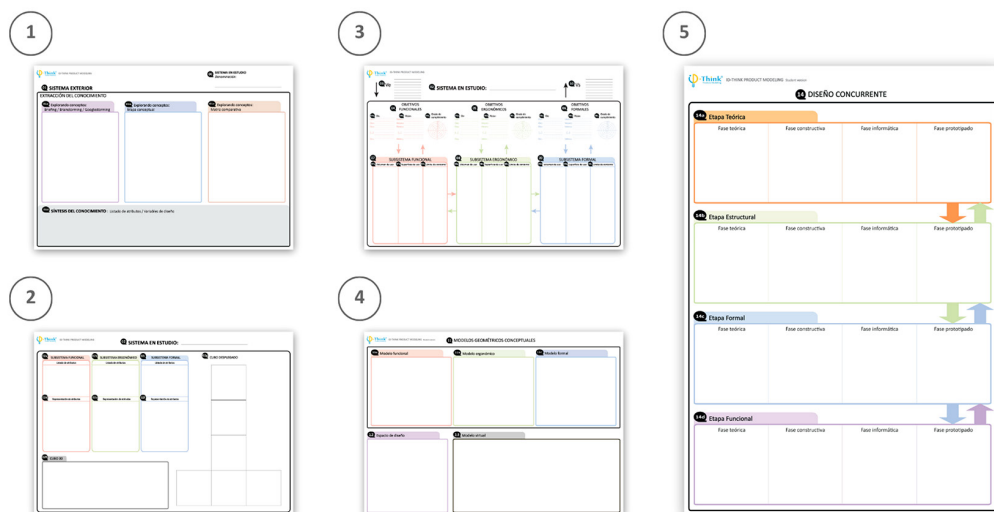


Figura 1. Paneles del ID-Think® Product model.

Este estudio aplicó el modelo como eje didáctico de una asignatura, con el objetivo de explorar su impacto percibido por parte de los estudiantes. La implementación práctica en ejercicios de innovación permitió examinar cómo su estructura puede facilitar –o restringir– el desarrollo de competencias clave en entornos complejos.

Fundamentos epistemológicos del modelo sistémico

El modelo de Hernandis se enmarca dentro de los enfoques de sistemas duros, caracterizados por su lógica secuencial, trazabilidad y estructuración técnica [44]. A diferencia de corrientes contemporáneas como los sistemas blandos [23], los sistemas críticos o los enfoques complejos adaptativos [24], [25], [27] el modelo privilegia la planificación detallada y el control del proceso creativo, aspectos que lo hacen idóneo para contextos educativos o ingenieriles estructurados. Metodologías iterativas como el Design Thinking [28], [29] o el Double Diamond [30] operan bajo principios abductivos, iterativos y centrados en el usuario. Estos modelos proponen procesos flexibles y divergentes, orientados a la exploración creativa, la redefinición constante del problema y la rápida prototipación. Tal contraste permite comprender por qué ciertos estudiantes valoran el modelo de Hernandis por su claridad y estructura, pero también lo perciben como limitante en fases creativas o abiertas [34], [45].

En el contexto educativo, estas diferencias metodológicas pueden generar tensiones formativas entre la sistematización del proceso y la necesidad de adaptabilidad creativa. Investigaciones recientes han explorado cómo combinar enfoques sistémicos estructurados con metodologías más abiertas, potenciando así la innovación holística [46], [47]. Finalmente, la aplicación de este modelo en el máster busca proporcionar una herramienta estructurada que permita a los estudiantes desarrollar habilidades clave como la comunicación, la toma de decisiones fundamentadas y la gestión eficiente del tiempo, sin dejar de reconocer sus limitaciones para abordar escenarios altamente dinámicos o sociotécnicamente ambiguos.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio y enfoque metodológico

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo de carácter descriptivo-exploratorio [48], complementado con análisis de asociación entre variables categóricas. Si bien se incluyeron respuestas abiertas en el cuestionario, estas fueron analizadas mediante codificación temática simple con fines interpretativos, sin constituir un diseño mixto formal. Esta estrategia permitió combinar una visión general de tendencias con elementos cualitativos de apoyo, en coherencia con el carácter exploratorio del estudio y el tamaño reducido de la muestra.

Participantes y muestreo

La población estuvo conformada por los 24 estudiantes matriculados en la asignatura “Modelos para la Innovación de Productos y Servicios” del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València. La encuesta fue enviada al total del grupo, y 18 estudiantes respondieron de manera voluntaria, alcanzando una tasa de respuesta del 75%.

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que se trató del total de estudiantes inscritos en una asignatura específica. La participación fue anónima y voluntaria, sin ofrecer incentivos. Los criterios de inclusión fueron: (1) estar matriculado activamente en la asignatura y (2) haber completado el proyecto académico que contemplaba la aplicación del modelo sistémico. No se establecieron criterios de exclusión.

Se reconoce que este tipo de muestreo limita la generalización de los resultados, por lo que los hallazgos deben interpretarse como tendencias preliminares en un contexto educativo específico. Esta decisión metodológica se justifica por el interés de capturar las percepciones de un grupo real de estudiantes durante la aplicación directa del modelo.

Instrumento de recolección de datos

Se diseñó un cuestionario estructurado de elaboración propia, desarrollado en base a los objetivos del estudio y a las dimensiones teóricas del modelo sistémico de Hernandis, así como a literatura reciente sobre competencias en diseño. El instrumento fue validado a través de revisión de expertos y pilotaje con estudiantes de cohortes anteriores.

El cuestionario estuvo compuesto por 12 ítems distribuidos en cinco secciones:

1. Información sociodemográfica (edad, género, nacionalidad y formación previa).
2. Experiencia previa con metodologías de diseño (Design Thinking, Double Diamond, Metodología Sistémica).
3. Percepción sobre la efectividad del modelo sistémico en la organización del proceso de diseño.
4. Impacto percibido en competencias de diseño (resolución de problemas, pensamiento crítico, creatividad, comunicación, trabajo en equipo y gestión del tiempo).

5. Opiniones sobre beneficios, dificultades y sugerencias de mejora.

Las preguntas de percepción se estructuraron con escalas Likert de 7 puntos (1 = totalmente en desacuerdo, 7 = totalmente de acuerdo). Las competencias fueron evaluadas mediante escalas categóricas (alta, media, baja contribución), y las dificultades se recogieron mediante preguntas abiertas.

Procedimiento

La aplicación del cuestionario se realizó en formato digital al finalizar la implementación del modelo durante el taller académico. La participación fue anónima, previa entrega de consentimiento informado, y se garantizó la confidencialidad de los datos. El tiempo estimado de respuesta fue de 15 a 20 minutos.

Análisis de datos

Para el análisis cuantitativo, se utilizaron estadísticas descriptivas (frecuencias, porcentajes, gráficos de barras y sectores) que permitieron visualizar patrones generales en las respuestas. Posteriormente, se realizaron análisis de asociación entre variables categóricas mediante tablas de contingencia 2x2.

Dado el tamaño reducido de la muestra ($n = 18$), se optó por la prueba exacta de Fisher en lugar del test de chi-cuadrado, siguiendo recomendaciones metodológicas para evitar sesgos en tablas con frecuencias esperadas menores a 5 [49], [50]. Las variables tipo Likert fueron dicotomizadas (valores 6 y 7 como “alta valoración”, valores 1 a 5 como “no alta valoración”).

El análisis cualitativo de las respuestas abiertas se abordó mediante codificación simple de categorías emergentes, centradas en sugerencias de mejora y reflexiones sobre la implementación del modelo.

Consideraciones éticas y limitaciones

El estudio fue autorizado por el equipo docente de la asignatura como parte de un ejercicio de evaluación didáctica. La participación fue voluntaria, anónima y sin consecuencias académicas para los estudiantes. Entre las limitaciones se reconocen el tamaño muestral reducido, el uso de muestreo por conveniencia y el carácter autorreportado de los datos. Por tanto, los resultados deben ser comprendidos

dentro de su contexto particular, sin pretensiones de generalización directa.

RESULTADOS

Perfil de los estudiantes: La muestra estuvo compuesta por 18 estudiantes del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño de la UPV. El análisis sociodemográfico (Figura 2 a Figura 5) reveló un grupo diverso con las siguientes características:

Los participantes tenían en promedio $25,3 \pm 4,3$ años, el 61,1% masculino el 38,9% eran femenino. El 61,1% de los participantes eran españoles, 11,1% ecuatorianos y colombianos; 5,6% chilenos, argentinos y estadounidenses (Figura 2).

Con respecto a la formación académica de pregrado, en la Figura 3 se puede evidenciar que las categorías se organizaron de la siguiente manera: ingenieros en diseño industrial y desarrollo de productos (38,89%), ingenieros industriales (11,1%), ingenieros mecánicos (11,1%) y diseñadores industriales (11,1%). También hubo arquitectos, ingenieros

biomédicos e ingenieros electrónicos con 5,56% cada uno, así como participantes con máster en ingeniería del diseño (11,1%). Lo que evidencia una preferencia por carreras de ingeniería y técnicas. Adicionalmente, la mayoría de los participantes obtuvo su grado en 2023 (50%).

Respecto a la experiencia laboral de los participantes, la Figura 4 muestra que la mayoría de los estudiantes tienen experiencia en áreas como UX/UI (100%), diseño sostenible, moda y branding (más del 70%). En contraste, la industria automotriz tiene la menor representación (100% sin experiencia), reflejando un enfoque hacia innovación y sostenibilidad en el diseño.

La Figura 5 muestra el grado de aplicación de diversas metodologías de diseño por parte de los estudiantes. Las metodologías con mayor nivel de uso fueron Diseño Centrado en el Usuario (88,9%), Design Thinking (83,3%) y, en menor medida, la Metodología Sistémica (55,6%), lo que indica una experiencia previa moderada con el enfoque central del presente estudio. Por el contrario, metodologías como Doble Diamante, Diseño de Productos (Ulrich & Eppinger) y Diseño Axiomático presentan un nivel de aplicación considerablemente más bajo, con solo un 11,1% de los estudiantes que afirmaron haberlas utilizado previamente. Esto sugiere una predominancia de enfoques centrados en el usuario sobre otros más estructurados en la formación o experiencia previa del grupo.

En cuanto a la experiencia práctica en la aplicación de metodologías de diseño, se observa en la Figura 6, que el enfoque más utilizado por los participantes

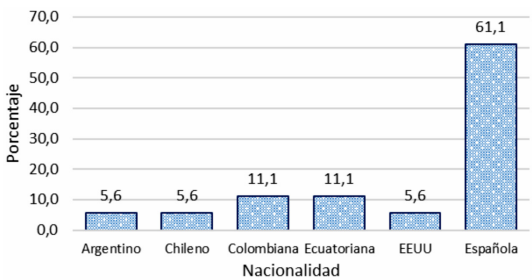


Figura 2. Nacionalidad de los estudiantes.

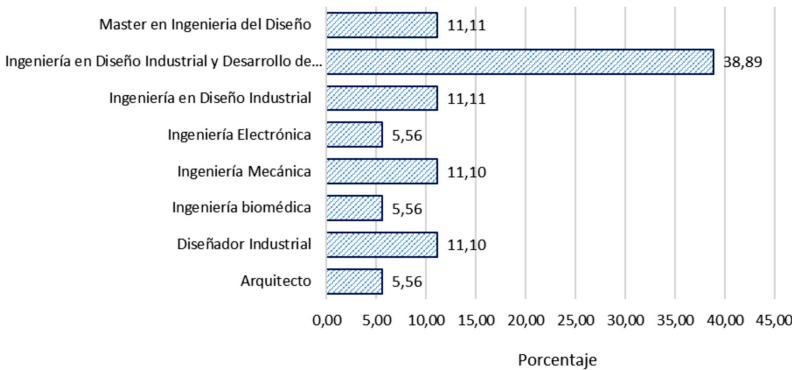


Figura 3. Título de la carrera pregrado de los estudiantes.

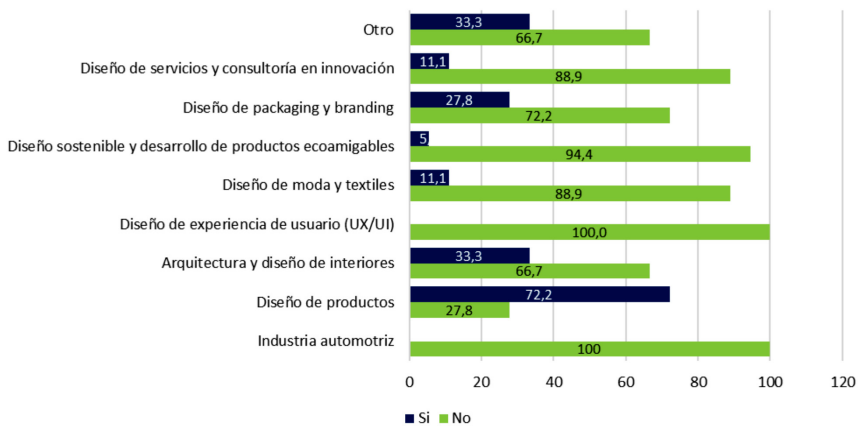


Figura 4. Experiencia laboral de los participantes.

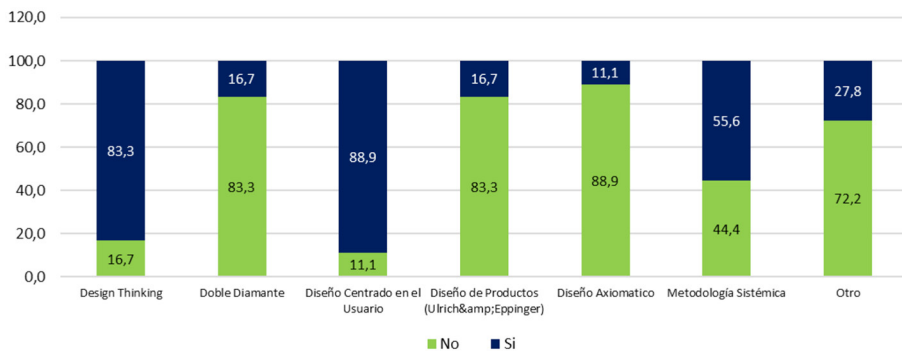


Figura 5. Las metodologías de diseño conocidas por los participantes.

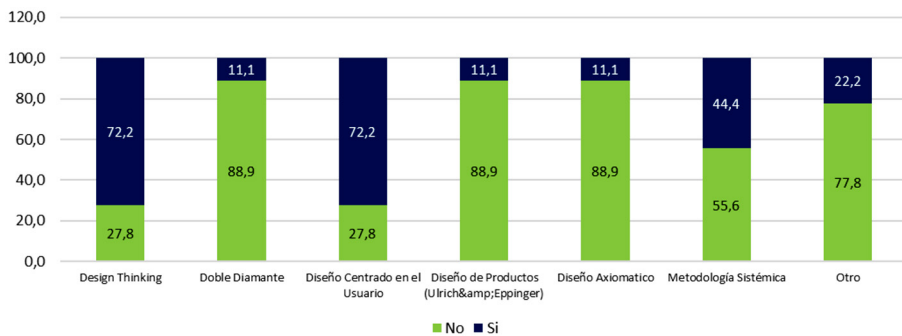


Figura 6. Metodologías de diseño que los estudiantes han aplicado.

fue el Design Thinking (72,2%), seguido por el Diseño Centrado en el Usuario (72,2%). En contraste, metodologías como Doble Diamante, Diseño de Productos (Ulrich & Eppinger) y Diseño Axiomático reportaron niveles de aplicación más bajos, con apenas un 11,1% en cada caso. La Metodología Sistémica, objeto central de este

estudio, había sido aplicada previamente por el 44,4% de los estudiantes, lo cual sugiere una familiaridad parcial con este enfoque antes del curso. Esto refleja una mayor exposición previa a metodologías iterativas y centradas en el usuario, en contraste con enfoques más estructurados como el sistémico o el axiomático.

Contexto de aplicación: Las metodologías de diseño se habían aplicado principalmente en contextos académicos, seguidos por proyectos personales y, en menor medida, en entornos profesionales.

Percepción de la efectividad de la metodología sistémica

En relación con la percepción de la efectividad del modelo de Hernandis, los resultados reflejan opiniones diversas sobre su impacto en el proceso de diseño. Según la Figura 7, un 38,9% de los participantes considera que la metodología ha sido útil para respaldar el diseño de soluciones en sus proyectos, mientras que un 27,8% está totalmente de acuerdo con esta afirmación. Sin embargo, solo un 5,6% percibe que mejora significativamente la calidad de sus soluciones, mientras que un 44,4% mantiene una opinión neutral respecto a su capacidad para facilitar el proceso de diseño.

Los análisis de asociación refuerzan estas percepciones al mostrar relaciones estadísticamente significativas entre variables clave. En primer lugar, se identificó una asociación entre la percepción de impacto en la calidad del diseño y la mejora continua, con una significación exacta bilateral de $p = 0,012$ (prueba exacta de Fisher). De forma similar, se encontró una relación significativa entre la contribución percibida de la herramienta a la organización y gestión del tiempo y su vínculo con la mejora continua ($p = 0,025$), lo que sugiere que una estructura metodológica sólida puede favorecer la planificación eficiente del trabajo y la iteración del proceso.

Otros cruces relevantes evidenciaron asociaciones entre la percepción de contribución a la gestión del conocimiento y distintos aspectos de mejora: pensamiento crítico ($p = 0,002$), visión integral del problema ($p = 0,044$) y colaboración multidisciplinaria ($p = 0,022$). Estos hallazgos destacan el potencial del modelo sistémico no solo para organizar el trabajo, sino también para fomentar procesos de razonamiento complejo, comprensión holística y trabajo colaborativo.

Estos resultados sugieren que la metodología sistémica contribuye a estructurar el proceso de diseño al tiempo que estimula competencias transversales clave. No obstante, su percepción de utilidad puede variar en función del perfil del estudiante y la naturaleza del proyecto. Por tanto, su implementación flexible se torna fundamental para maximizar su impacto, permitiendo que los estudiantes encuentren un equilibrio entre estructura y exploración creativa en el desarrollo de soluciones.

Impacto en el desarrollo de competencias

En cuanto al impacto del modelo de Hernandis en el desarrollo de competencias de diseño, los resultados de la Figura 8 indican que su influencia varía según la habilidad evaluada.

En este sentido, se observa que la metodología tiene un impacto significativo en diversas competencias clave del diseño, especialmente aquellas de carácter estructural y organizativo. En particular, un 50% de los participantes considera que ha mejorado su capacidad de organización y gestión del

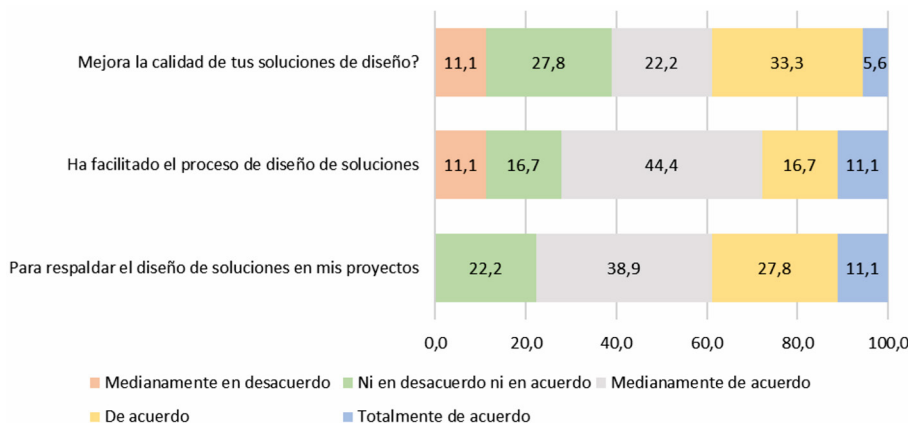


Figura 7. Metodología sistémica modelo de producto y su utilidad para apoyar el diseño de la solución.

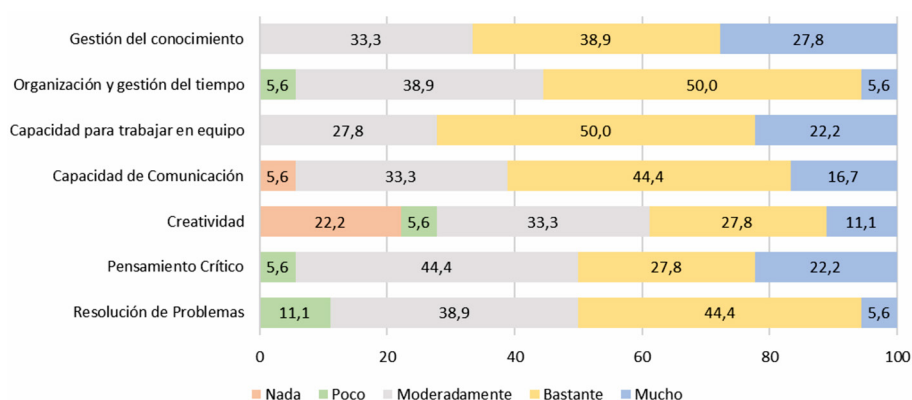


Figura 8. Grado de incidencia de la metodología en las competencias y formación del diseñador.

tiempo, percepción que coincide con los análisis de asociación, donde se encontró una relación estadísticamente significativa entre esta competencia y la percepción de mejora continua ($p = 0,025$, prueba exacta de Fisher).

De manera similar, la resolución de problemas fue valorada positivamente en un 44,4% de los casos, y la gestión del conocimiento en un 38,9%, competencias que también mostraron asociaciones significativas con otras dimensiones del pensamiento y el diseño. En concreto, se encontró una fuerte relación entre la percepción de contribución a la gestión del conocimiento y la mejora en el pensamiento crítico ($p = 0,002$), en la visión integral del problema ($p = 0,044$) y en la colaboración multidisciplinaria ($p = 0,022$), lo que refuerza el papel de esta competencia como eje articulador del pensamiento sistémico.

Asimismo, se identificó una asociación significativa entre la percepción de impacto de la metodología en la creatividad y su contribución a la resolución de problemas ($p = 0,047$, prueba exacta de Fisher). Este hallazgo refuerza la hipótesis de que el modelo sistémico puede facilitar la generación de soluciones innovadoras al promover simultáneamente el pensamiento creativo y estructurado, lo cual resulta clave en contextos complejos de diseño.

No obstante, la percepción sobre el impacto en la creatividad y el pensamiento crítico muestra una distribución más dispersa desde lo descriptivo: un 33,3% de los participantes percibe una incidencia moderada en la creatividad, y solo un 11,1% la

considera altamente influyente. Sin embargo, los análisis de asociación revelan una relación estadísticamente significativa entre estas variables ($p = 0,002$, prueba exacta de Fisher), lo que sugiere que, aunque la creatividad no sea identificada de forma aislada como una competencia fuertemente desarrollada, su vínculo con habilidades analíticas podría ser clave en el contexto del modelo sistémico (Tabla 1).

Estos resultados indican que la metodología contribuye al fortalecimiento de habilidades esenciales en el proceso de diseño, aunque su impacto puede manifestarse de forma indirecta o interrelacionada. En particular, la aparente menor claridad en su influencia directa sobre la creatividad podría reflejar la necesidad de estrategias complementarias que hagan más visible y autónomo ese componente dentro del modelo aplicado.

La Figura 9 refuerza estos hallazgos al mostrar los niveles de acuerdo con afirmaciones sobre el impacto de la herramienta en la formación del diseñador. La organización vuelve a destacar como la competencia con mayor consenso, con un 50% de acuerdo y un 27,8% totalmente de acuerdo. Le siguen la colaboración e investigación, ambas con un 44,4% de acuerdo y un 33,3% de total acuerdo. Sin embargo, en el caso de la creatividad, persiste la percepción fragmentada: un 16,7% manifestó estar en desacuerdo con su impacto, y solo un 11,1% estuvo totalmente de acuerdo.

Los resultados obtenidos evidencian que la metodología sistémica fortalece de manera significativa

Tabla 1. Asociación entre percepción del impacto en la creatividad y la contribución a la resolución de problemas.

Impacto Creatividad		Contribución Resolución de Problemas		Total
		Baja	Alta	
Bajo	Frec. Observada	4	3	7
	Frec. Esperada	1,9	5,1	7,0
Alto	Frec. Observada	1	10	11
	Frec. Esperada	3,1	7,9	11,0
Total	Frec. Observada	5	13	18
	Frec. Esperada	5,0	13,0	18,0

Prueba exacta de Fisher: $p = 0,047$.

Nota: se usó la prueba exacta de Fisher debido al tamaño reducido de la muestra y la presencia de frecuencias esperadas menores a 5.

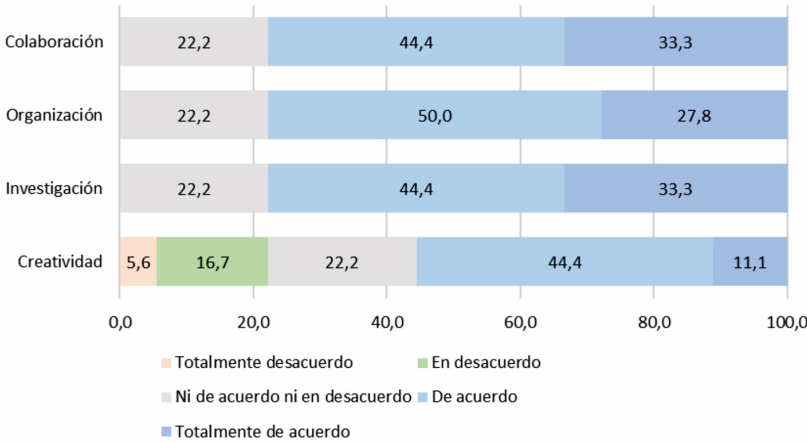


Figura 9. Impacto que ha tenido la herramienta metodológica utilizada en clase en la formación como diseñador.

competencias estructurales, analíticas y organizativas, como la gestión del conocimiento, la planificación, la resolución de problemas y la colaboración general. No obstante, su efecto en competencias exploratorias como la creatividad y en dinámicas más complejas como la colaboración multidisciplinaria requiere fortalecimiento. Una posible estrategia para mejorar estos aspectos sería la incorporación de dinámicas de trabajo interdepartamental, retos con roles diversos o el uso de herramientas colaborativas digitales que fomenten la comunicación entre equipos de formación heterogénea.

A partir del análisis de las respuestas abiertas de la encuesta [51], se utilizó un enfoque de codificación abierta para identificar patrones y temas emergentes en la percepción de los estudiantes sobre la metodología de Hernandis. Se identificaron tres categorías principales que reflejan sus experiencias: Estructura y proceso (EP), Flexibilidad y adaptación (FA) y Comunicación y colaboración (CC).

A continuación, se presentan estas categorías junto con ejemplos representativos de respuestas de los participantes:

Estructura y proceso (EP)

Los estudiantes destacan que la metodología proporciona un camino claro a seguir (EP1) y “ayuda a organizar las ideas y no perderse en el proceso” (E07, E12). Sin embargo, algunos la perciben como demasiado rígida y compleja (EP2), señalando que “no permite salirse del esquema” (E03) y que “el Panel 2 es muy complejo, me perdí en la información” (E15). También se identificó la dificultad en su aplicación a servicios, ya que se centra mucho en lo físico (EP3), como mencionó un estudiante: “Es difícil aplicarla a un servicio” (E09).

Flexibilidad y adaptación (FA)

En términos de flexibilidad, algunos participantes valoran su capacidad de adaptación (FA1), afirmando que “permite ajustarla sobre la marcha” (E18) y “me gustó poder adaptarla a las necesidades del proyecto” (E02). No obstante, otros consideran que limita la creatividad (FA2), indicando que “me sentí limitado, no pude explorar otras ideas” (E06) y “demasiada estructura limita la creatividad” (E11).

Comunicación y colaboración (CC)

En cuanto a la comunicación y colaboración, los estudiantes resaltan que organiza la información y facilita la comunicación (CC1), mencionando que “ayuda a organizar la información y presentarla de forma clara” (E01) y “facilita la comunicación con el equipo y el cliente” (Estudiante 8). También destacan su impacto positivo en el trabajo en equipo (CC2), señalando que “todos sabemos qué hacer” (E04) y “ayuda a dividir el trabajo y que cada uno aporte desde su área” (E14). Sin embargo, algunos identifican dificultades en entornos multidisciplinarios (CC3), argumentando que “es difícil que todos lo entiendan igual, sobre todo si tienen formaciones diferentes” (E16) y “hay que explicar mucho la metodología a quienes no la conocen” (E20).

DISCUSIÓN

Estructura y proceso

Los resultados obtenidos indican que la aplicación del modelo sistémico de Hernandis es valorada por los estudiantes del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño como una herramienta eficaz para estructurar el proceso de diseño. La mayoría de los participantes reconoce que esta metodología facilita la organización de información, la toma de decisiones y la comunicación dentro del equipo de

trabajo. Estas percepciones coinciden con estudios previos que respaldan el uso del pensamiento sistémico como estrategia formativa en contextos de ingeniería y diseño [17], [15], [20].

Los análisis de correlación muestran asociaciones significativas entre la percepción de utilidad del modelo y competencias clave como la organización, la gestión del tiempo y la calidad del diseño. En particular, quienes valoraron positivamente el modelo tendieron a asociarlo con una mayor efectividad en la planificación del trabajo (Chi-cuadrado = 18,762, p-value = 0,094) y una mejor calidad del diseño generado (Chi-cuadrado = 34,338, p-value = 0,005).

Se reconoce que el tamaño muestral ($n = 18$), derivado de un muestreo no probabilístico por conveniencia, limita la potencia estadística del estudio y restringe el alcance inferencial de los análisis. Por tanto, los hallazgos deben entenderse como indicios exploratorios y preliminares, útiles para orientar futuras investigaciones con diseños más robustos y muestras ampliadas.

Flexibilidad y adaptación

Un grupo de estudiantes se mostró neutral o ambivalente respecto al impacto del modelo en la calidad de las soluciones creativas. Esta percepción podría estar mediada por su experiencia previa con metodologías iterativas como Design Thinking o Double Diamond, que promueven una lógica abductiva e inductiva centrada en el usuario [28], [52]-[54]. Estas metodologías, al permitir la redefinición continua del problema mediante la empatía y la co-creación, son percibidas como más abiertas a la creatividad y al descubrimiento emergente de soluciones.

En este sentido, se reconoce una tensión metodológica entre modelos estructurados y enfoques iterativos, también documentada en estudios recientes sobre enseñanza del diseño en ingeniería [55]-[56]. Estudios como el de [57] destacan que la creatividad en diseño no siempre conduce a soluciones efectivas si no está acompañada de una adecuada estructuración del problema.

Los análisis estadísticos mostraron que la percepción de rigidez del modelo se asocia con una menor valoración de su impacto en la creatividad (Chi-cuadrado = 19.846, p-value = 0,021). Esta tensión

refuerza la necesidad de integrar metodologías como la de Hernandis dentro de ecosistemas educativos que equilibren exploración y control.

En función de lo anterior, se plantean tres estrategias de mejora para su implementación:

Simplificación del modelo: Rediseñar elementos complejos como el Panel 2 para facilitar su comprensión operativa.

Incorporación de técnicas de creatividad: Integrar herramientas como pensamiento lateral o brainstorming para flexibilizar el proceso creativo dentro de la estructura metodológica [15], [58].

Adaptación contextual: Permitir una aplicación flexible del modelo según el tipo de proyecto, reforzando su valor como guía y no como estructura cerrada.

Estas estrategias se alinean con enfoques actuales que promueven una educación en diseño centrada en el equilibrio entre sistematización y creatividad. En particular, metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) han demostrado su eficacia para integrar ambos enfoques, al desafiar a los estudiantes con problemas complejos que requieren soluciones innovadoras en entornos reales [59].

Comunicación y colaboración

La metodología también ha mostrado impactos positivos en el desarrollo de competencias como la comunicación, el trabajo en equipo y la visión integral del problema. Un 50% de los participantes consideró que mejoró su capacidad de organización, mientras que un 44,4% valoró la mejora en la comunicación, evidenciada en la asociación significativa entre esta competencia y el trabajo colaborativo (Chi-cuadrado = 20.958, p-value = 0,002). De manera similar, se encontró una relación relevante entre la resolución de problemas y el pensamiento integral (Chi-cuadrado = 24.493, p-value = 0,004), confirmando la utilidad del modelo como herramienta de estructuración cognitiva.

Además, se amplió el análisis cualitativo mediante la codificación de respuestas abiertas, incorporando fragmentos textuales representativos que ilustran las interpretaciones estudiantiles. Esta estrategia permitió identificar valoraciones positivas del modelo por su claridad y sistematización, especialmente en etapas

iniciales del proyecto, pero también observaciones críticas en torno a su rigidez y complejidad operativa.

Tensiones entre competencias estructurales y pensamiento sistémico complejo

Si bien el modelo sistémico de Hernandis ha demostrado ser eficaz para organizar el proceso de diseño y facilitar el desarrollo de competencias como la comunicación, la gestión del tiempo y la toma de decisiones, estas habilidades pueden surgir también en contextos instruccionales más tradicionales o lineales. La ausencia de una profundización explícita en los fundamentos del pensamiento sistémico complejo –como los planteados por [22]-[25], limita la capacidad del modelo para fomentar un pensamiento relacional, adaptativo y orientado a la innovación en condiciones de alta incertidumbre. Esta distancia epistemológica ha sido reconocida por los estudiantes, quienes perciben que el modelo, aunque útil en la organización, puede restringir la exploración creativa y la iteración. En este sentido, las metodologías iterativas mencionadas ofrecen un mayor margen de flexibilidad, lo que explica la valoración mixta del modelo sistémico en términos de su capacidad para estimular competencias innovadoras.

Estudios recientes han advertido sobre la necesidad de contextualizar los enfoques sistémicos en ambientes pedagógicos que valoren tanto la estructura como la exploración [34], [46]. En consecuencia, fortalecer la integración crítica entre modelos estructurados y estrategias iterativas podría enriquecer la formación de competencias complejas en diseño.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que el modelo sistémico de Hernandis, es valorado por los estudiantes como una herramienta eficaz para estructurar el proceso de diseño, facilitando la organización, la planificación y el desarrollo de competencias como la toma de decisiones, la gestión del tiempo y la comunicación. No obstante, también se identifican tensiones relevantes respecto a su rigidez, especialmente en etapas creativas, donde se requieren enfoques más exploratorios e iterativos. Estas percepciones reflejan una tensión metodológica entre el enfoque estructurado del modelo, vinculado a los sistemas duros, y metodologías basadas en la iteración y la empatía, como Design Thinking.

Aunque el modelo permite una sistematización del trabajo útil en contextos educativos, su impacto en el desarrollo de un pensamiento sistémico complejo es limitado, especialmente en cuanto a competencias adaptativas, críticas y transdisciplinarias.

Por tanto, se propone avanzar en tres líneas complementarias: integrar principios del pensamiento sistémico complejo en la enseñanza del diseño; flexibilizar la aplicación del modelo mediante estrategias que potencien la creatividad; y validar estos hallazgos en contextos más amplios, mediante estudios longitudinales y comparativos con otras metodologías de diseño.

REFERENCIAS

- [1] B. Taskan, A. Junça-Silva, and A. Caetano, "Clarifying the conceptual map of VUCA: a systematic review," *International Journal of Organizational Analysis*, vol. 30, no. 7, pp. 196-217, 2022, doi: 10.1108/IJOA-02-2022-3136.
- [2] S. Adomako, M.A. Gyensare, J. Amankwah-Amoah, P. Akhtar, and H. Hussain, "Tackling grand societal challenges: Understanding when and how reverse engineering fosters frugal product innovation in an emerging market," *Journal of Product Innovation Management*, vol. 41, no. 2, pp. 211-235, 2024, doi: 10.1111/jpim.12678.
- [3] M. Gobble, "Design thinking," *Research-Technology management*, vol. 57, no. 3, pp. 59-62, 2014, doi: 10.5437/08956308X5703005.
- [4] A. Milton and P. Rodgers, "Product design process and methods," in *Product Design*, London, UK: Laurence King Publishing, 2011, pp. 75-90.
- [5] J.H.L. Koh, C.S. Chai, B. Wong, and H.Y. Hong, "Design Thinking and Education," in *Design Thinking for Education*, Singapore: Springer, 2015, ch. 1, pp. 1-15, doi: 10.1007/978-981-287-444-3_1.
- [6] A.M.L. Turcios-Esquivel, E.G. Avilés-Rabanales, and F. Hernández-Rodríguez, "Enhancing empathy and innovation in engineering education through design thinking and design of experiments," in *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Kos Island, Greece, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/EDUCON60312.2024.10578618.
- [7] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, and K. H. Grote, *Engineering Design: A Systematic Approach*, K. Wallace London and L. Blessing, Eds., 3rd ed. London, UK: Springer, 2007, doi: 10.1007/978-1-84628-319-2.
- [8] V. Hubka, *Principles of Engineering Design*, Oxford, UK: Butterworth Scientific, 2015.
- [9] P. Jones, "Systemic design: Design for complex, social, and sociotechnical systems," in *Handbook of Systems Sciences*, G. S. Metcalf, K. Kijima, and H. Deguchi, Eds., Singapore: Springer, 2021, pp. 787-811, doi: 10.1007/978-981-15-0720-5_60.
- [10] I. Delen *et al.*, "Understanding design education with a bibliometric approach: a story of 50 years," *Research in Engineering Design*, vol. 35, 2024, doi: 10.1007/s00163-023-00425-3.
- [11] B. Hernandis-Ortuño, "Diseño de nuevos productos: Una perspectiva sistémica," Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, 2003.
- [12] B. Hernandis-Ortuño y J.C. Briede-Westermeyer, "An Educational Application for a Product Design and Engineering Systems Using Integrated Conceptual Models", *Ingeniare*, vol. 17, no. 3, pp. 432-442, 2009, doi: 10.4067/S0718-33052009000300017.
- [13] S. Pugh, *Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*, Wokingham, UK: Addison-Wesley, 1991.
- [14] M. Guerrero Valenzuela, B. Hernandis-Ortuño y B. Agudo Vicente, "Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de diseño conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos", *Ingeniare*, vol. 22, no. 3, pp. 398-411, 2014, doi: 10.4067/S0718-33052014000300010.
- [15] C.L. Dym, P. Little, and E.J. Orwin, *Engineering Design: A Project-Based Introduction*, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2013.
- [16] iD-Think, "Modelos Sistémicos para la Gestión del Conocimiento," id-think.com. Accedido: 5 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.id-think.com/content/13/>
- [17] N. Cross, *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*, 5th ed. Hoboken, N.J., USA: John Wiley & Sons, 2021.

- [18] N. Akimov, N. Kurmanov, A. Uskelenova, N. Aidargaliyeva, D. Mukhiyayeva, S. Rakhimova, and Z. Utegenova, "Components of education 4.0 in open innovation competence frameworks: Systematic review," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 9, no. 2, Art. no. 100037, 2023, doi: 10.1016/j.joitmc.2023.100037.
- [19] K.T. Ulrich and S.D. Eppinger, *Product Design and Development*, 6th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2016.
- [20] J.C. Briede-Westermeyer, B. Hernandis-Ortuño, and M. Bernal-Monsalve, "Concurrent sketching model for the industrial product conceptual design", *DYNA*, vol. 81, no. 187, pp. 199-208, 2014, doi: 10.15446/dyna.v81n187.41068.
- [21] R. Oxman, "Think-maps: teaching design thinking in design education," *Design Studies*, vol. 25, no. 1, pp. 63-91, 2004, doi: 10.1016/S0142-694X(03)00033-4.
- [22] L. von Bertalanffy, *General System Theory: Foundations, Development, Applications*, New York, NY, USA: George Braziller, 1969.
- [23] J.H. Holland, *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*, Reading, MA, USA: Perseus Books, 1995.
- [24] H. Maturana and F. Varela, *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, Dordrecht, Netherlands: D. Reidel, 1980.
- [25] R. García, *El conocimiento en construcción: De las ciencias de la complejidad al pensamiento complejo*, Barcelona, España: Gedisa, 2000.
- [26] P. Checkland, *Systems Thinking, Systems Practice*, Chichester, UK: Wiley, 1999.
- [27] J.H. Holland, "Studying complex adaptive systems," *Journal of Systems Science and Complexity*, vol. 19, no. 1, pp. 1-8, 2006, doi: 10.1007/s11424-006-0001-z.
- [28] T. Brown, *Change by Design: How Design Thinking Creates New Alternatives for Business and Society*, Boston, MA, USA: Harvard Business Press, 2009.
- [29] N. Cross, *Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work*, London, UK: Zed Books, 2011.
- [30] Design Council, "The Double Diamond: A universally accepted depiction of the design process," designcouncil.org. Access: Dic. 5, 2024. [Online]. Available: <https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/>
- [31] J. Mingers, "The cognitive theories of Maturana and Varela," *Systems Practice*, vol. 4, no. 4, pp. 319-338, 1991.
- [32] F.J. Varela, *Principles of Biological Autonomy*, E.A. Di Paolo and E. Thompson, Eds., Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2025.
- [33] A. Escobar, "Complexity theory and the place of the now," *Cultural Dynamics*, vol. 29, no. 4, pp. 333-339, 2017, doi: 10.1177/0921374017740460.
- [34] M. Davidová, B. Sweeting, and B. Sevaldson, "Relating systems thinking and design (VI)," *FormAkademisk*, vol. 13, no. 2, pp. 1-25, 2020, doi: 10.7577/formakademisk.3691.
- [35] A. Sanjuan BuitragoVega, "Del espacio a la usabilidad: Mapas de experiencia como herramienta en el diseño sistémico", *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, no. 277, pp. 61-66, 2025, doi: 10.18682/cdc.vi277.
- [36] F. Schneider, A. Llanque-Zonta, O.R. Andriamihaja, R.N.N., Andriatsitohaina, A.M. Tun, K. Boniface, and J.G. Zaehring, "How context affects transdisciplinary research: insights from Asia, Africa and Latin America," *Sustainability Science*, vol. 17, no. 6, pp. 2331-2345, 2022, doi: 10.1007/s11625-022-01201-3.
- [37] S. Vajna, Ed., *Integrated Design Engineering: Interdisciplinary and Holistic Product Development*, Cham, Switzerland: Springer Nature, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-19357-7.
- [38] D. Jerab and T. Mabrouk, "How to Design an Effective Organizational Structure & the 21st Century Trends," *SSRN*, doi:10.2139/ssrn.4584646.
- [39] S. Dodouras and P. James, "Fuzzy cognitive mapping to appraise complex situations," *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 50, no. 6, pp. 823-852, 2007, doi: 10.1080/09640560701608491.
- [40] C. Nikulin and G. Becker, "A Systematic and Creative Methodology to Drive Strategic Management: Chilean Case Study in Atacama-Region," *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 10, no. 2, pp. 127-144, 2015, doi: 10.4067/S0718-27242015000200009.

- [41] S.C. Mota, K.M.M. Pacheco, and B. Hernandis Ortuño, "O Design Sistemico como método de inovação aplicado a fornos tradicionais de cerâmica vermelha no Amazonas-Brasil," in *IFDP'16 - Systems & Design: Beyond Processes and Thinking*, Valencia, España, 2016, pp. 793-806, doi: 10.4995/IFDP.2016.3696.
- [42] I. Esnal-Angulo y B. Hernandis-Ortuño, "Estudio del comportamiento de un sistema de transmisión por polea excéntrica mediante métodos sistémicos," *DYNA*, vol. 86, no. 210, pp. 204-210, 2019, doi: 10.15446/dyna.v86n210.76073.
- [43] J.C. Rivera y B. Hernandis, "El análisis de tendencias como un medio generador de criterios sostenibles: Un enfoque sistémico para el desarrollo de un producto o servicio" *Iconofacto*, vol. 10, no. 14, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/80667>
- [44] B. Hernandis y E. Iribarren, *Diseño de nuevos productos. Una perspectiva sistémica*, Valencia, España: Universitat Politècnica de València, 2020.
- [45] K. Dorst and N. Cross, "Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution," *Design Studies*, vol. 22, no. 5, pp. 425-437, 2001, doi: 10.1016/S0142-694X(01)00009-6.
- [46] J. Pourdehnad, E.R. Wexler, and D. V. Wilson, "Integrating systems thinking and design thinking," *The Systems Thinker*, vol. 22, no. 9, pp. 2-6, 2011.
- [47] N. U. I. Hossain, V. L. Dayarathna, M. Nagahi, and R. Jaradat, "Systems thinking: A review and bibliometric analysis," *Systems*, vol. 8, no. 3, Art. no. 23, 2020, doi: 10.3390/systems8030023.
- [48] G. Khanal and S. Thapa, *Practical Guide to Conducting Cross-Sectional Studies (Quantitative) in a Community Setting*, London, UK: SAGE Publications Limited, 2020, pp. 1-50, doi: 10.4135/9781529720525.
- [49] J.F. Hair, R.E. Anderson, R.L. Tatham, and W.C. Black, *Multivariate Data Analysis*, 7th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2010.
- [50] J. Cohen, P. Cohen, S.G. West, and L.S. Aiken, *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences*, 3rd ed. New York, NY, USA: Routledge, 2003, doi: 10.4324/9780203774441.
- [51] N.L. Kondracki, N.S. Wellman, y D.R. Amundson, "Content analysis: Review of methods and their applications in nutrition education," *Journal of Nutrition Education and Behavior*, vol. 34, no. 4, pp. 224-230, 2002, doi: 10.1016/S1499-4046(06)60097-3.
- [52] J. Liedtka, "Why Design Thinking Works," *Harvard Business Review*, vol. 96, no. 5, pp. 72-79, 2018.
- [53] M. Greene, R. Gonzalez, P. Papalambros, and A.M. McGowan, "Design Thinking vs. Systems Thinking for Engineering Design: What's the Difference?," in *Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17)*, Vancouver, Canadá, Ago. 21-25, 2017, pp. 467-476.
- [54] E. Aguirre, M. Ferrer, B., Bustos, and R. Méndez, "UX Design: una metodología para el diseño de proyectos digitales eficientes centrados en los usuarios", *Espacios*, vol. 41, no.5. pp. 1-9, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n05/20410509.html>
- [55] B. Sevaldson, *Designing Complexity: The Methodology and Practice of Systems Oriented Design*, Champaign, IL, USA: Common Ground Research Networks, 2022.
- [56] P. H. Jones and K. Van Ael, *Design Journeys through Complex Systems: Practice Tools for Systemic Design*, Amsterdam, Netherlands: Bis Publishers, 2022.
- [57] H. Schaub and P. Badke-Schaub, "Design to fail? The reasonably foreseeable failure and misuse," *Proceedings of the Design Society*, vol. 4, pp. 1055-1064, 2024, doi: 10.1017/pds.2024.108.
- [58] P. Badke-Schaub, K. Thoring, H. Schaub, and R.M. Mueller, "The imperative of assessing negative creativity in design: a multi-dimensional approach," *Proceedings of the Design Society*, vol. 4, pp. 875-884, 2024, doi: 10.1017/pds.2024.90.
- [59] T.S. Chang, H.C. Wang, A.M. Haynes, M.M. Song, S.Y. Lai, and S.H. Hsieh, "Enhancing student creativity through an interdisciplinary, project-oriented problem-based learning undergraduate curriculum," *Thinking Skills and Creativity*, vol. 46, Art. no. 101173, 2022, doi: 10.1016/j.tsc.2022.101173.

ANEXOS

Anexo: Tablas de contingencia para las diferentes hipótesis junto con los resultados de la prueba de Fisher.

Tabla H1a. Distribución del Impacto de la calidad de diseño vs. Mejora continua.

Impacto Calidad Diseño	Mejora continua		Total
	Baja	Alta	
Bajo	3	2	5
Alto	0	13	13
Total	3	15	18

Fuente: Resultados IBM- SPSS-22®.

Tabla H1b. Significación exacta.

Impacto de la calidad de diseño vs. Mejora continua	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Prueba exacta de Fisher	0,012	0,012

Tabla H2a. Distribución de la organización y gestión del tiempo vs. Mejora continua.

Organización y gestión del tiempo	Mejora continua		Total
	Baja	Alta	
Baja	3	3	6
Alta	0	12	12
Total	3	15	18

Fuente: Resultados IBM- SPSS-22®.

Tabla H2b. Significación exacta.

Organización y gestión del tiempo vs. Mejora continua	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Prueba exacta de Fisher	0,025	0,025

Tabla H3a. Resolución de problemas vs. Creatividad.

Impacto creatividad	Resolución de Problemas		Total
	Baja	Alta	
Baja	4	3	7
Alta	1	10	11
Total	5	13	18

Fuente: Resultados IBM- SPSS-22®.

Tabla H3b. Significación exacta.

Resolución de problemas vs. Creatividad	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Prueba exacta de Fisher	0,002	0,002

Tabla H3c. Distribución del Impacto de la creatividad vs. Contribución Pensamiento Crítico.

Impacto creatividad	Contribución Pensamiento Crítico		Total
	Baja	Alta	
Bajo	6	1	7
Alto	1	10	11
Total	7	11	18

Fuente: Resultados IBM- SPSS-22®.

Tabla H3d. Significación exacta.

Impacto de la creatividad vs. Contribución Pensamiento Crítico	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Prueba exacta de Fisher	0,002	0,002

- **Universidad:** Universitat Politècnica de València.
- **Centro:** E.T.S. de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial.
- **Nombre de la asignatura:** Modelos para la innovación de productos y servicios.
- **Créditos:** 4,5 ECTS.
- **Curso:** 2023-2024.
- **Titulación:** Máster Universitario en Ingeniería del Diseño.

INTRODUCCIÓN

Diseño de productos y servicios

- El diseño de productos se puede interpretar como el proceso de conceptualización, desarrollo y fabricación de un objeto físico que responda a las necesidades del mercado o del cliente. Es decir, implica la materialización de una idea considerando factores como la funcionalidad, la estética, la usabilidad, la seguridad y la sostenibilidad entre otras características. En cuanto al diseño de servicios, el enfoque se centra en crear soluciones que optimicen la interacción del usuario y mejoren su experiencia. Esto puede incluir el desarrollo de herramientas como aplicaciones o páginas web, asegurando que cada etapa del proceso sea eficiente, intuitiva y satisfactoria.
- Para ello, es fundamental que los diseñadores colaboren con otros profesionales como ingenieros o especialistas en experiencia de usuario, asegurando así que tanto el producto como el servicio cumplan con los requisitos técnicos, operativos y de calidad establecidos.

DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

- Esta asignatura se centra fundamentalmente en la exploración y aplicación de una metodología sistémica para el diseño de productos y servicios, conocida como “Modelo de diseño concurrente” o “ID-Think® Product model”.
- Esta herramienta, que consta de cinco paneles, está dirigida tanto a profesionales del diseño como a docentes y estudiantes. Su enfoque principal radica en la aplicación de técnicas que faciliten la creación de propuestas innovadoras, orientadas al desarrollo de nuevos productos industriales o de servicios.
- El proceso se aborda de manera integral, considerando las fases de análisis de las variables fundamentales que influyen en el diseño.

Esto incluye el uso de técnicas de creatividad y el estudio detallado de los requerimientos necesarios para la generación de productos o servicios. El objetivo es implementar propuestas que sean innovadoras y viables tanto desde el punto de vista técnico como empresarial.

OBJETIVO PRINCIPAL DE LA ASIGNATURA

- El alumnado debe elegir una idea de proyecto que podrá desarrollar de manera individual o en grupo, con un enfoque innovador aplicando la ‘gestión del conocimiento’ de manera integradora.
- Como parte del proyecto, deberá proponer soluciones creativas que respondan satisfactoriamente a las necesidades reales de la sociedad. Es decir, presentar un producto o servicio procurando que su planteamiento y desarrollo demuestre diferenciación con respecto a lo que ya existe en el mercado.
- Por lo tanto, en esta asignatura se pretende que el alumnado utilice el modelo sistémico “ID-Think® Product model” para impulsar la innovación en el diseño y creación de propuestas originales y viables.

METODOLOGÍA

- Esta metodología sistémica, evolucionada y mejorada con respecto a la versión anterior del año 2003, ofrece una serie de ventajas diferenciadoras que permiten de manera mucho más eficiente, ‘sistematizar el proceso de diseño’, ‘optimizar el tiempo de desarrollo’, ‘cumplir con los objetivos establecidos’, ‘aumentar la creatividad y el grado de innovación’, ‘facilitar la toma de decisiones’ e ‘incorporar técnicas de evaluación’.
- En esta asignatura, debido al tiempo limitado de un cuatrimestre escolar y por razones de operatividad, se desarrollan tres de los cinco paneles que conforman el modelo sistémico “ID-Think® Product model”: “Panel 1 - ‘Sistema exterior’”, “Panel 2 - ‘Sistema en estudio’” y “Panel 4 - ‘Modelos geométricos conceptuales’”.

DESARROLLO

- El Modelo Sistémico utilizado en esta asignatura, basado en la teoría general de sistemas para la

creación de productos o servicios innovadores, se centra principalmente en identificar y organizar todos los elementos que intervienen en el proceso de diseño.

- A partir de la información recopilada se establecen los aspectos funcionales, ergonómicos y formales del producto o servicio como subsistemas principales, para determinar los atributos y las variables que permiten formular una solución final.
- Por lo tanto, esta metodología facilita de manera eficaz el desarrollo de la propuesta definitiva más idónea, al considerar todos aquellos requerimientos que influirán durante las diferentes etapas del diseño.

Panel 1, Sistema exterior

El primer panel permite realizar la extracción y síntesis del conocimiento, comenzando por el 'Briefing' del producto o servicio, 'Brainstorming' y 'Googlestorming', seguido del 'Mapa conceptual', de la 'Matriz comparativa' y finalizando con la definición de las 'Variables de diseño' (Figura 10).

Panel 2, Sistema en estudio

En esta etapa se definen los objetivos funcionales, ergonómicos y formales junto con las variables esenciales de cada uno de ellos, es decir, los parámetros y unidades con las que se medirán dichos objetivos. Posteriormente, se establecen los subsistemas para cada objetivo clasificándolos en

'volumen de uso', 'superficie de uso' y 'límite de contorno', lo cual servirá para la creación del futuro modelo virtual 2D o 3D (Figura 11).

Panel 3, Conceptualización

El objetivo de este panel es representar gráficamente los atributos que debe tener el producto o servicio basándose en las 'Variables de diseño' del 'Panel 1'. Estos atributos se muestran en un cubo, donde se indican las características que se visualizan en cada una de las vistas (frontal, izquierda, derecha, superior, posterior e inferior) (Figura 12).

Panel 4, Modelos geométricos conceptuales

En esta etapa, se generan los modelos geométricos conceptuales para representar los atributos asociados con los subsistemas funcionales, ergonómicos y formales. Posteriormente, estos tres modelos se integran en uno solo para formar el espacio de diseño. Ese entorno de superposición permite analizar los factores a considerar que servirán para desarrollar ideas o alternativas de diseño mediante el bocetado. Finalmente, se elabora y presenta un modelo virtual 2D o 3D que representa la propuesta final del producto o servicio (Figura 13).

Panel 5, Diseño concurrente

Este último panel comprende las etapas (teóricas, estructurales, formales y funcionales) necesarias para pasar de la propuesta definitiva del producto o servicio al diseño de detalle (Figura 14).

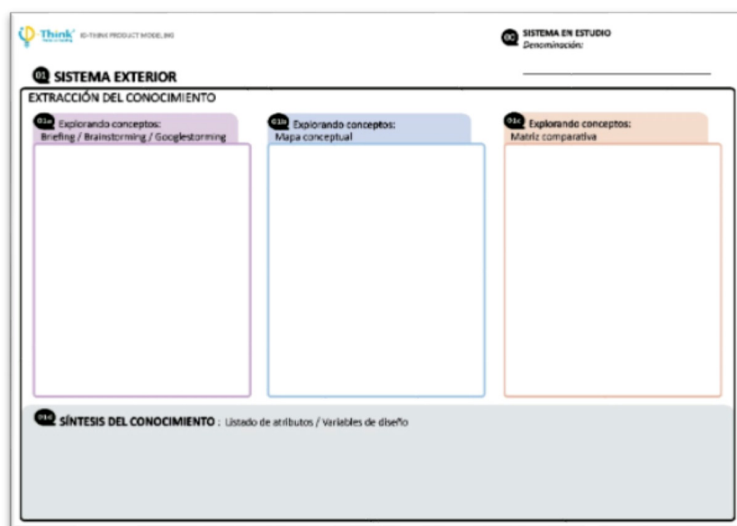


Figura 10. Panel 1, sistema exterior.

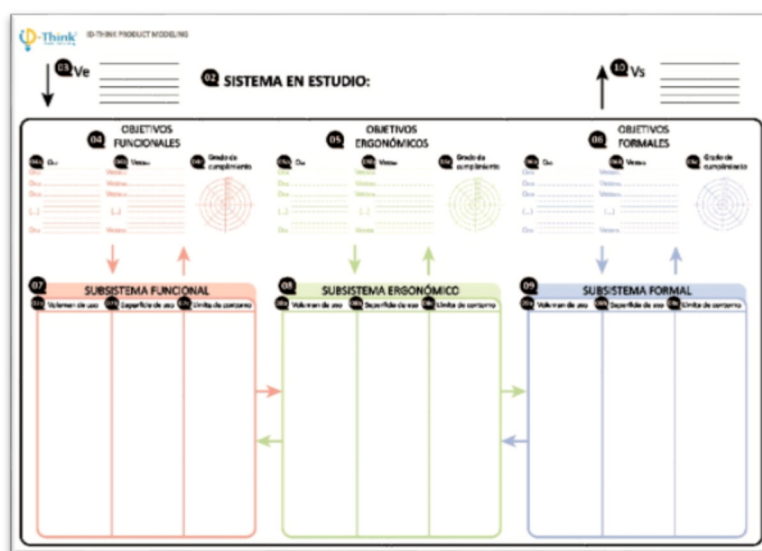


Figura 11. Panel 2, sistema en estudio.



Figura 12. Panel 3, conceptualización.

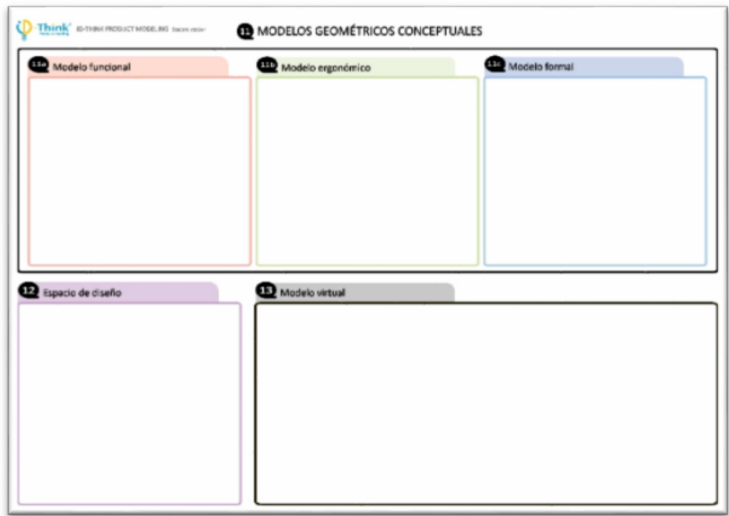


Figura 13. Panel 4, Modelos geométricos conceptuales.

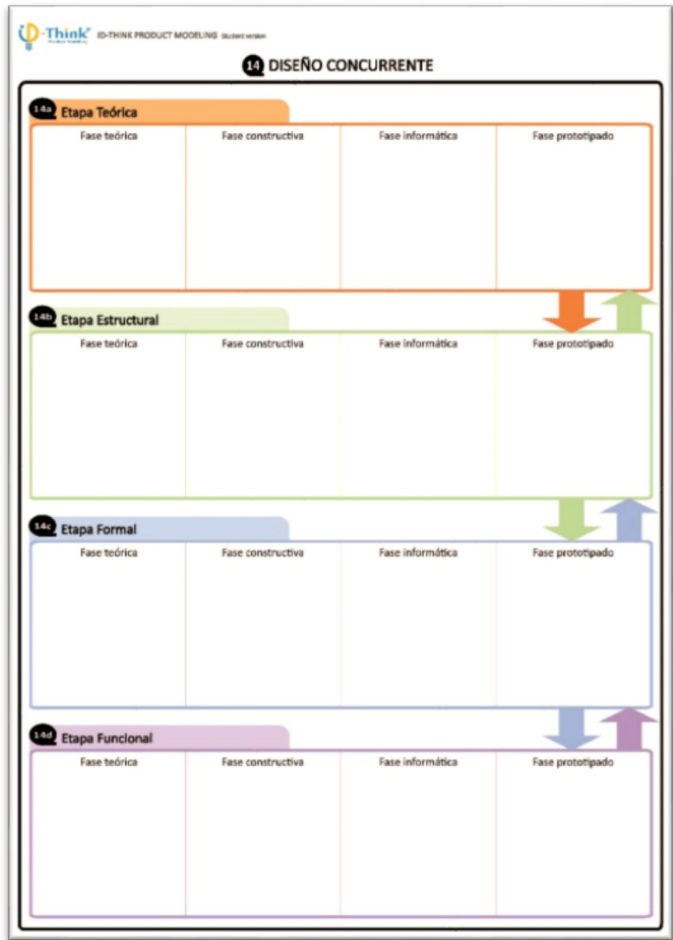


Figura 14. Panel 5, diseño concurrente.