



CIENCIAS BÁSICAS

Ciencia Vital, Vol. 4, No. 3, julio-septiembre 2026
<https://doi.org/10.20983/cienciavital.2026.03.bas.01>
e0403BAS01

CIENCIA VITAL
Revista de Investigación Científica de la UACJ
ISSN 2636-2026

Del usuario a la solución: cómo el diseño axiomático

puede apoyar
el diseño industrial

Daniel Alexis Torres Flores¹



¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
al250972@alumnos.uacj.mx.

<https://orcid.org/0009-0000-1915-1704>



INICIO



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

INTRODUCCIÓN

Diseñar no consiste únicamente en definir una forma o incorporar una tecnología, sino en atender múltiples aspectos dentro de una misma solución. Un producto puede funcionar técnicamente y, aun así, resultar incómodo, confuso, difícil de fabricar o perjudicial para el ambiente. También puede ser atractivo y, sin embargo, no resolver adecuadamente la necesidad para la cual fue creado.

El diseño industrial enfrenta precisamente esta complejidad, ya que debe considerar aspectos relacionados con las necesidades humanas, el funcionamiento, la apariencia, los materiales, la manufactura y el ambiente [1]–[6]. Para abordarlos, dispone de diversas herramientas, desde la investigación e identificación de las necesidades del cliente, pasando por la generación de conceptos y el prototipado, hasta la evaluación de la usabilidad y los procesos de manufactura [5], [7]. Sin embargo, a medida que aumentan la información y las decisiones involucradas, también surge la necesidad de organizarlas con claridad durante el desarrollo.

Nam P. Suh desarrolló la teoría del diseño axiomático (DA) como un marco para abordar el proceso de diseño. Entre sus elementos fundamentales se encuentran dos axiomas: conservar la independencia de los requisitos funcionales y minimizar el contenido de información [8]–[10]. Además, el DA organiza el proceso de desarrollo en cuatro dominios: cliente, funcional, físico y proceso. Esta estructura no pretende sustituir el proceso creativo, sino organizarlo y proporcionar criterios para revisar las decisiones conforme el diseño evoluciona [9], [10].

El propósito de este artículo es explicar cómo el diseño axiomático puede apoyar y estructurar determinados procesos del diseño industrial sin sustituir sus herramientas. Para ello, se realiza un análisis conceptual, no exhaustivo, de su relación con cinco dimensiones de la disciplina y de aplicaciones reportadas en la literatura científica.

Diseñar es atender varias dimensiones simultáneamente

El diseño industrial abarca una amplia variedad de aspectos que han sido descritos desde distintas perspectivas. Entre ellos se encuentran las personas, el contexto, la experiencia de uso, la apariencia, la funcionalidad, la tecnología, los materiales, la manufactura, el valor y los impactos económicos, sociales y ambientales [1]–[4].

Para fines de este análisis, esta diversidad puede organizarse en cinco dimensiones interrelacionadas:

Personas y experiencia. Comprende las necesidades, la ergonomía, la usabilidad y la interacción [1], [2], [4].

Función y tecnología. Considera la funcionalidad, el desempeño y la tecnología [2]–[4].

Forma y significado. Incluye la apariencia, la estética, la identidad, la comunicación y la percepción del producto [2], [4].

Materialización y viabilidad. Abarca los materiales, la fabricación, el ensamble, el costo y la facilidad para fabricar un producto [2], [3].

Impacto y ciclo de vida. Considera la sostenibilidad y las consecuencias económicas, sociales y ambientales asociadas con el uso, la reparación y el fin de vida del producto [1], [4], [6].

Estas cinco dimensiones (Figura 1) no pretenden constituir una clasificación universal, sino una síntesis analítica para organizar distintos aspectos del diseño industrial.



INICIO



¿Y QUÉ OPINA LA CIENCIA?



CIENCIAS APLICADAS



CIENCIAS BÁSICAS



CIENCIAS DE LA SALUD



CIENCIAS SOCIALES



DIMENSIONES ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ POR EL MUNDO

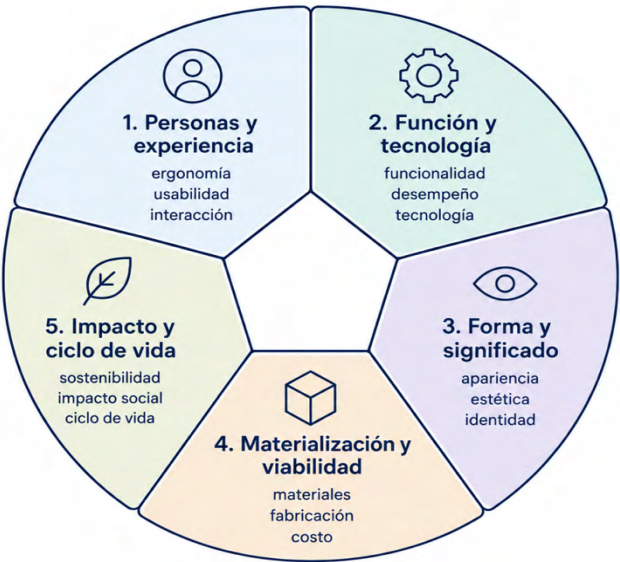


Figura 1. Síntesis de las cinco dimensiones del diseño industrial empleadas en este análisis: personas y experiencia, función y tecnología, forma y significado, materialización y viabilidad, e impacto y ciclo de vida. Fuente: elaboración propia con base en [1]–[4], [6].

Aunque se presentan por separado, estas dimensiones se encuentran relacionadas durante el desarrollo. La práctica del diseño industrial implica relaciones entre usuarios y contexto, tecnología, materiales, manufactura y productos [3], mientras que distintas perspectivas técnicas, humanas, digitales y sociales pueden coexistir dentro del diseño de producto [4]. Por ejemplo, las decisiones orientadas a la manufactura deben considerar los procesos de producción y ensamble, así como sus costos [3]. El reto consiste en mantener visibles estas relaciones durante el desarrollo.

De las necesidades a la materialización

El diseño axiomático propone organizar el proceso mediante cuatro dominios (Figura 2). Cada uno representa un tipo distinto de decisión [9]–[11]:

- » El dominio del cliente reúne las necesidades y los atributos valorados por las personas.
- » El dominio funcional define qué debe conseguir el diseño mediante requisitos funcionales y restricciones.
- » El dominio físico establece mediante qué soluciones se cumplirán esos requisitos.
- » El dominio del proceso determina cómo se fabricarán o materializarán las soluciones.

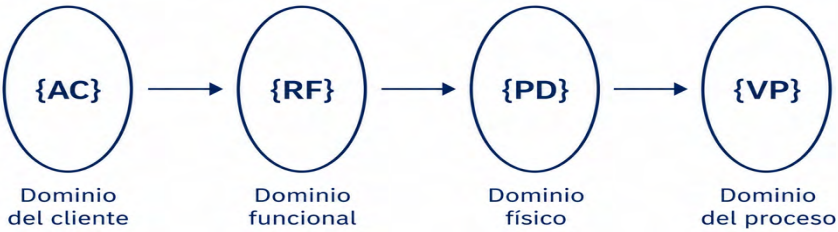


Figura 2. Dominios y mapeos del diseño axiomático: atributos del cliente (AC), requisitos funcionales (RF), parámetros de diseño (PD) y variables del proceso (VP). Fuente: elaboración con base en [9]–[11].

En conjunto, los dominios establecen una secuencia lógica que relaciona las necesidades con lo que el diseño debe lograr, las soluciones propuestas para conseguirlo y la manera en que estas serán materializadas. Esta estructura permite distinguir “lo que se quiere lograr” de “cómo se propone lograrlo” [9], [10].

El DA no prescribe de antemano qué forma o mecanismo debe tener la solución. A partir de las necesidades identificadas se formulan los requisitos funcionales (RF), que expresan qué debe lograr el diseño. Suh plantea que estos requisitos deben definirse sin fijar previamente una solución; posteriormente, en el dominio físico, el diseñador propone parámetros de diseño (PD) capaces de satisfacerlos [9], [10]. Durante esta transición pueden explorarse distintas alternativas mediante herramientas como bocetos, modelos o prototipos [5], [7]; por ello, definir cómo satisfacer un RF continúa siendo una actividad abierta y creativa.

Por ejemplo, ante el requisito:

RF1. Permitir la apertura del envase con poco esfuerzo.

En el dominio físico pueden explorarse distintos PD candidatos, como una pestaña, una tapa roscada o una tapa abatible. Al seleccionar un PD, su descomposición puede conducir a parámetros más específicos, como la geometría o las dimensiones. El RF (Figura 3) expresa qué debe lograrse y el PD, cómo se propone satisfacerlo [9], [10].



Figura 3. Ejemplo del mapeo entre un requisito funcional (RF) y un parámetro de diseño (PD) mediante la exploración de distintas alternativas de solución. Fuente: elaboración propia con base en [9], [10].

Dos principios para revisar las alternativas

Los dominios estructuran el desarrollo del diseño, mientras que los dos axiomas proporcionan criterios para analizar las soluciones propuestas [9], [10].

¿Una decisión altera otras funciones?

El primer principio propuesto por Suh es el axioma de independencia, el cual establece que debe mantenerse la independencia de los requisitos funcionales (RF) [8]–[10]. Esto significa que, cuando existen varios RF, la solución debe permitir satisfacer cada uno sin afectar de manera no deseada a los demás [9], [10].

Una manera de analizar estas relaciones es mediante una matriz de diseño, es decir, una representación que muestra cómo los parámetros de diseño (PD) afectan a los requisitos funcionales (RF) [9], [10]. Dependiendo de estas relaciones, un diseño puede ser (Figura 4):

No acoplado. Cada RF puede satisfacerse independientemente mediante su PD correspondiente. La modificación de un PD no afecta a los demás RF.

Desacoplado. Algunos PD afectan a más de un RF, pero la independencia puede mantenerse si los parámetros se ajustan siguiendo una secuencia determinada.

Acoplado. Las relaciones entre los PD y los RF no permiten mantener la independencia funcional; al modificar parámetros para satisfacer determinados RF también se afectan otros [9], [10].

	Diseño no acoplado			Diseño desacoplado			Diseño acoplado		
	PD1	PD2	PD3	PD1	PD2	PD3	PD1	PD2	PD3
RF1	X	0	0	X	0	0	X	X	X
RF2	0	X	0	X	X	0	X	X	X
RF3	0	0	X	X	X	X	X	X	X

Figura 4. Tipos de relación entre requisitos funcionales (RF) y parámetros de diseño (PD) en el diseño axiomático: no acoplado, desacoplado y acoplado. Fuente: elaboración propia con base en [9], [10].

Por ejemplo, pensemos en un grifo con los siguientes requisitos:

- RF1.** Controlar el caudal de agua.
 - RF2.** Controlar la temperatura del agua.
- En un grifo tradicional, la apertura de las válvulas de agua caliente y fría afecta simultáneamente el caudal y la temperatura, lo que genera un diseño acoplado:
- PD1.** Apertura de la válvula de agua caliente.
 - PD2.** Apertura de la válvula de agua fría.
- En cambio, una configuración con controles independientes puede plantearse como:
- PD1.** Un control del caudal.
 - PD2.** Un control de la temperatura.

Esta configuración representa un diseño no acoplado [10]. La Figura 5 muestra una comparación.

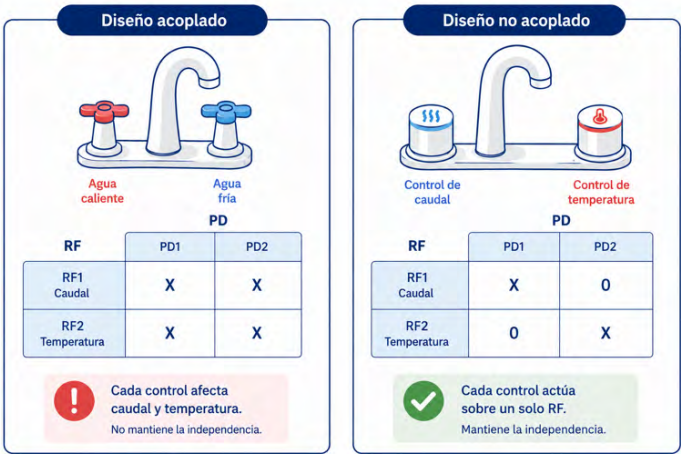


Figura 5. Comparación entre un diseño acoplado y uno no acoplado mediante las relaciones entre requisitos funcionales (RF) y parámetros de diseño (PD), utilizando como ejemplo un grifo. Fuente: elaboración propia con base en [9], [10].



Mantener la independencia funcional no significa, sin embargo, que cada función requiera una pieza física diferente. Suh distingue la independencia funcional de la independencia física: varios parámetros de diseño pueden integrarse físicamente siempre que los requisitos funcionales continúen siendo satisfechos independientemente [9], [10].

¿Cuál solución tiene mayor probabilidad de cumplir?

El segundo principio es el axioma de información (Figura 6). Durante el paso de los RF a los PD pueden existir distintas alternativas capaces de satisfacer los mismos requisitos y cumplir con el axioma de independencia. Cuando esto ocurre, Suh propone favorecer aquella con el menor contenido de información [9], [10], expresado mediante:

$I = -\log_2(p)$

donde p representa la probabilidad de satisfacer un requisito funcional e I , su contenido de información. A medida que la probabilidad de satisfacer el RF aumenta, el contenido de información disminuye; si $p = 1$, entonces $I = 0$. Por lo tanto, seleccionar la alternativa con menor contenido de información equivale a favorecer aquella con mayor probabilidad de satisfacer los RF. En este contexto, información no se refiere a la cantidad de datos o documentación del diseño, sino a una medida asociada con su probabilidad de éxito [9], [10].

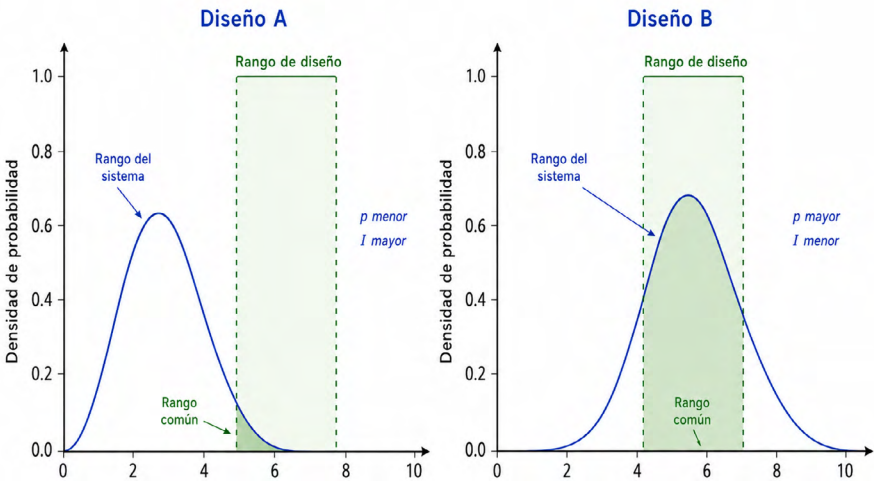


Figura 6. Representación del axioma de información mediante el rango de diseño, el rango del sistema y el rango común, cuya relación permite estimar la probabilidad de satisfacer un requisito funcional. Fuente: elaboración propia con base en [9], [10].

Para estimar esta probabilidad, Suh distingue el rango de diseño, que establece los resultados aceptables para satisfacer un RF; el rango del sistema, que representa la distribución de resultados que una solución puede producir; y el rango común, correspondiente a la intersección entre ambos. Cuanto mayor sea la proporción de la distribución del sistema que queda dentro de este rango común, mayor será la probabilidad de satisfacer el RF y menor su contenido de información [9], [10].

Pensemos en un termo cuyo requisito sea:

RF1. Limitar la pérdida de temperatura después de una hora a un máximo de 10 °C.
Supongamos dos configuraciones de aislamiento:



INICIO



¿Y QUÉ OPINA LA CIENCIA?



CIENCIAS APLICADAS



CIENCIAS BÁSICAS



CIENCIAS DE LA SALUD



CIENCIAS SOCIALES



DIMENSIONES ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ POR EL MUNDO

La **alternativa A** pierde en promedio 7 °C, pero presenta una variación que hace que algunas unidades excedan el límite.
La **alternativa B** pierde en promedio 8 °C, pero sus resultados son más consistentes y permanecen con mayor frecuencia dentro del rango aceptable.

Aunque la alternativa A presenta un mejor valor promedio, la alternativa B puede tener mayor probabilidad de satisfacer el RF y, por tanto, menor contenido de información (Figura 7).



Figura 7. Comparación de dos alternativas de aislamiento según su probabilidad de satisfacer el requisito funcional relacionado con la pérdida de temperatura. Fuente: elaboración propia con base en [9], [10].

Cuando existen varios RF en un diseño no acoplado, sus contenidos de información pueden sumarse para obtener el contenido de información total. Entre las alternativas consideradas, se favorece aquella con el menor valor total, lo que corresponde a una mayor probabilidad de satisfacer el conjunto de requisitos [9], [10].

Aplicaciones del diseño axiomático en el desarrollo de productos

El diseño axiomático ha sido utilizado como marco de apoyo en diversos problemas de diseño y toma de decisiones. En una revisión de 63 trabajos, Kulak et al. muestran que el DA ha sido empleado de distintas maneras: en diseño de productos, sistemas, manufactura y problemas multicriterio, así como mediante la integración con otras metodologías y el desarrollo de nuevos enfoques a partir de sus principios. La revisión también identifica al axioma de independencia como el más utilizado, particularmente en problemas de diseño, mientras que el axioma de información adquirió relevancia en aplicaciones de evaluación y decisión multicriterio, incluyendo su combinación con métodos difusos [12].

Estas posibilidades se observan en distintas etapas y dimensiones del desarrollo de productos. Mullens et al. identificaron interacciones entre requisitos funcionales para dividir problemas conceptuales complejos en grupos más manejables, combinando el axioma de independencia con *House of Quality* (Casa de la Calidad, una herramienta para relacionar las necesidades del cliente con características del producto) y técnicas de partición de redes [13]. Adilah et al. emplearon los dominios del DA y el axioma de independencia para transformar preferencias relacionadas con funcionalidad, circularidad y características inteligentes en requisitos funcionales y parámetros de diseño, lo que permitió detectar acoplamientos tempranos y continuar la



INICIO



¿Y QUÉ OPINA LA CIENCIA?



CIENCIAS APLICADAS



CIENCIAS BÁSICAS



CIENCIAS DE LA SALUD



CIENCIAS SOCIALES



DIMENSIONES ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ POR EL MUNDO

descomposición de la propuesta [14]. Por otra parte, Soni et al. exploraron los requisitos estéticos y sus relaciones perceptuales con operaciones sobre la forma del producto mediante una extensión de la estructura de dominios y mapeos del DA [15].

De igual manera, Peña-Ontiveros et al. combinaron el axioma de información con herramientas como el proceso analítico jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés), un método para comparar y jerarquizar alternativas, y la lógica difusa, un enfoque matemático que permite trabajar con información imprecisa, para desarrollar un índice de usabilidad capaz de transformar valoraciones subjetivas y comparar alternativas de producto [16]. Helander y Lin exploraron su aplicación en ergonomía; sin embargo, encontraron que la aplicación directa del axioma de información podía resultar inadecuada en determinados problemas antropométricos, es decir, relacionados con las dimensiones y características físicas del cuerpo humano, por lo que propusieron modificar su formulación de acuerdo con la proporción de la población que una solución puede acomodar [17]. Finalmente, Abela et al. utilizaron los dominios y mapeos del DA para conectar las necesidades del usuario con requisitos y características del producto y, posteriormente, con la selección del proceso de manufactura [18].

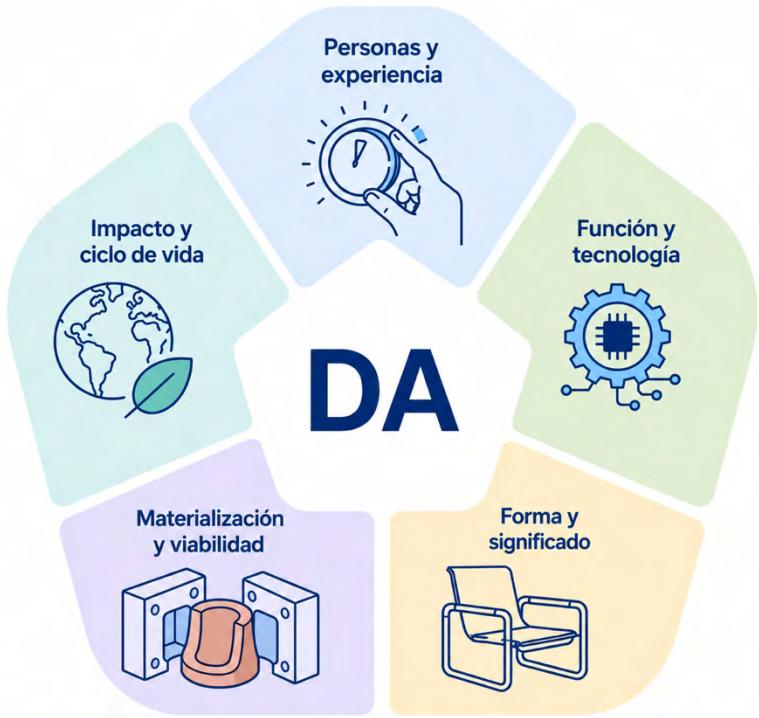


Figura 8. Relación del diseño axiomático con las cinco dimensiones del diseño industrial consideradas en este análisis. Fuente: elaboración propia con base en [13]–[18].

Vistas desde las cinco dimensiones propuestas al inicio, estas investigaciones permiten relacionar la ergonomía y la usabilidad con personas y experiencia [16], [17]; la estética con forma y significado [15]; el diseño conceptual y las características inteligentes con función y tecnología [13], [14]; la selección de manufactura con materialización y viabilidad [18]; y la circularidad con impacto y ciclo de vida [14]. Estas relaciones no son exclusivas: varios estudios atraviesan más de una dimensión, precisamente porque las decisiones de diseño se influyen entre sí.

Conclusión

Diseñar un producto implica relacionar necesidades humanas, funcionamiento, tecnología, forma, materiales, manufactura e impactos asociados con su ciclo de vida, entre otras considera-

ciones. Aunque estas dimensiones pueden abordarse mediante herramientas especializadas, su interdependencia constituye uno de los retos del diseño industrial.

El diseño axiomático ofrece una estructura para conservar visibles estas relaciones mediante el tránsito entre necesidades del cliente, requisitos funcionales, parámetros de diseño y variables del proceso [8]–[10]. Sus axiomas permiten identificar y reducir relaciones no deseadas entre requisitos y soluciones y, entre alternativas que satisfacen dichos requisitos, favorecer aquellas con menor contenido de información y mayor probabilidad de cumplimiento.

Los casos revisados muestran que este apoyo no adopta una única forma: algunas investigaciones emplean principalmente los dominios y mapeos del DA; otras utilizan directamente uno o ambos axiomas; y varias incorporan herramientas complementarias o adaptan su formulación a las particularidades del problema [12]–[18]. Esta diversidad desaconseja interpretar al DA como un método autosuficiente y refuerza su uso como un marco que puede articularse con conocimientos y herramientas especializados.

Por ello, más que sustituir los procesos y métodos existentes del diseño industrial, el DA puede entenderse como una estructura complementaria para organizar, relacionar y revisar decisiones durante el desarrollo de productos. Su utilidad no radica en eliminar la creatividad ni en garantizar una solución correcta, sino en hacer explícitas las relaciones entre necesidades, funciones y soluciones, aportando criterios que pueden articularse con las herramientas especializadas que cada problema demande.

Referencias

- [1] World Design Organization, “Definition of Industrial Design.” [En línea]. Disponible en: <https://wdo.org/about/definition/>. Consultado: 13 ago. 2026.
- [2] Industrial Designers Society of America, “What Is Industrial Design?” [En línea]. Disponible en: <https://www.idsa.org/about-idsa/advocacy/what-industrial-design/>. Consultado: 13 ago. 2026.
- [3] F. Tapia, P. Pradel y R. Bibb, “A conceptual model of industrial design practice,” en *DS 130: Proceedings of NordDesign 2024*, Reykjavik, Iceland, pp. 626–634, 2024, doi: <https://doi.org/10.35199/NORDDDESIGN2024.67>.
- [4] L. Rampino, *Evolving Perspectives in Product Design: From Mass Production to Social Awareness*. Milano, Italia: FrancoAngeli, 2022, ISBN 978-88-351-4370-3.
- [5] K. T. Ulrich, S. D. Eppinger y M. C. Yang, *Product Design and Development*, 7th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2020, ISBN 978-1-260-04365-5.
- [6] Industrial Designers Society of America, “Circular Design.” [En línea]. Disponible en: <https://www.idsa.org/circular-design/>. Consultado: 13 ago. 2026.
- [7] B. Hanington y B. Martin, *Universal Methods of Design Expanded and Revised: 125 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions*. Beverly, MA, USA: Rockport Publishers, 2019, ISBN 978-1-63159-748-0.
- [8] N. P. Suh, *The Principles of Design*. New York, NY, USA: Oxford University Press, 1990.
- [9] N. P. Suh, “Axiomatic design theory for systems,” *Research in Engineering Design*, vol. 10, no. 4, pp. 189–209, 1998, doi: <https://doi.org/10.1007/s001639870001>.
- [10] N. P. Suh, *Axiomatic Design: Advances and Applications*. New York, NY, USA: Oxford University Press, 2001.
- [11] A. A. Maldonado Macias, C. O. Balderrama Armendáriz, J. Pedrozo Escobedo y J. L. García Alcaraz, *Diseño axiomático: Libro de fundamentos y aplicaciones*. Logroño, España: Universidad de La Rioja, 2019, ISBN 978-84-09-10076-7. [En línea]. Disponible en: <https://publicaciones.unirioja.es/catalogo/monografias/mdi29.shtml>.
- [12] O. Kulak, S. Cebi y C. Kahraman, “Applications of axiomatic design principles: A literature review,” *Expert Systems with Applications*, vol. 37, no. 9, pp. 6705–6717, 2010, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.03.061>.



INICIO



¿Y QUÉ OPINA LA CIENCIA?



CIENCIAS APLICADAS



CIENCIAS BÁSICAS



CIENCIAS DE LA SALUD



CIENCIAS SOCIALES



DIMENSIONES ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ POR EL MUNDO

[13] M. A. Mullens, M. Arif, R. L. Armacost, T. A. Gawlik y R. L. Hoekstra, “Axiomatic based decomposition for conceptual product design,” *Production and Operations Management*, vol. 14, no. 3, pp. 286–300, 2005, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2005.tb00025.x>.

[14] M. Adilah, H. Rau y K. M. Procopio, “Using an axiomatic design approach to develop a product innovation process with circular and smart design aspects,” *Sustainability*, vol. 15, no. 3, art. 1933, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/su15031933>.

[15] S. Soni, P. Khanna y P. Tandon, “Extended axiomatic design and computational support to design for aesthetics,” *Computer-Aided Design & Applications*, vol. 10, no. 1, pp. 1–15, 2013, doi: <https://doi.org/10.3722/cadaps.2013.1-15>.

[16] M. I. Peña-Ontiveros, C. O. Balderrama-Armendariz, A. Rossa-Sierra, A. A. Maldonado-Macias, D. Cortés Sáenz y J. L. Hernández Arellano, “Human–object interaction: Development of a usability index for product design using a hierarchical fuzzy axiomatic design,” *Computation*, vol. 12, no. 6, art. 130, 2024, doi: <https://doi.org/10.3390/computation12060130>.

[17] M. G. Helander y L. Lin, “Axiomatic design in ergonomics and an extension of the information axiom,” *Journal of Engineering Design*, vol. 13, no. 4, pp. 321–339, 2002, doi: <https://doi.org/10.1080/0954482021000050794>.

[18] E. Abela, P. Farrugia, P. Vella, G. Cassar y M. V. Gauci, “Evaluation of a multi-user requirements axiomatic design decision support tool for manufacturing process selection,” *Proceedings of the Design Society*, vol. 4, pp. 483–492, 2024, doi: <https://doi.org/10.1017/pds.2024.51>



INICIO



¿Y QUÉ OPINA LA CIENCIA?



CIENCIAS APLICADAS



CIENCIAS BÁSICAS



CIENCIAS DE LA SALUD



CIENCIAS SOCIALES



DIMENSIONES ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ POR EL MUNDO