

ESTADO DEL CONOCIMIENTO EN RELACIÓN AL ESTUDIO DE LAS REPRESENTACIONES DE LAS VARIABLES QUE COMPONEN EL BINOMIO EL PROBLEMA EN EL PROCESO PROYECTUAL DE DISEÑO.

Ludmila M. Strycek

strycekludmila_cen@ucp.edu.ar

Universidad de la Cuenca del Plata

Resumen

El diseño, en cuanto actividad proyectual, es considerado un productor de sentidos. Pero más allá del producto (artefacto), su comportamiento a nivel metodológico es necesariamente representacional. A lo largo del proyecto, se producen encadenamientos de representaciones de diferentes clases y tipos, que van modificando su comportamiento y se adaptan a diferentes estructuras argumentativas, no obstante que a su vez llevan inscripto el punto de inicio del proceso. Las configuraciones que se van estableciendo a medida que se avanza en el camino del método, cumplen la función de poner en marcha estrategias para brindar soluciones a problemas, y además funcionan como mecanismos de comprensión y construcción de la realidad. Este trabajo realiza un recorrido por los principales y más trascendentes trabajos de investigación en torno a esta temática y sus dimensiones al rededor del mundo.

Palabras Claves: método, diseño, problema/solución, variables, modelo

Abstract

Design, as a project activity, is considered a producer of meanings. But beyond the product (artifact), its behavior at the methodological level is necessarily representational. Throughout the project, chains of representations of different classes and types are produced, which gradually modify their behavior and adapt to different argumentative structures, despite the fact

that they in turn have the starting point of the process inscribed. The configurations that are established as the method progresses, fulfill the function of implementing strategies to provide solutions to problems, and also function as mechanisms of understanding and construction of reality. This work takes a tour of the main and most important research works on this subject and its dimensions around the world.

Keywords: method, design, problem/solution, variables, model

Introducción

El punto de partida de este estudio es la consideración del diseño como una disciplina transversal. Goel & Pirolli (1989) introducen la idea de diseño genérico, comprobando situaciones comunes entre las distintas disciplinas, que se relacionan con el espacio del problema, la modelización y el carácter representacional del diseño, en este sentido Visser (2009) toma esta hipótesis como punto de partida, y la amplía hacia el campo de lo cognitivo, reconociendo comportamientos comunes, pero en diferentes formas.

Seguidamente, y dadas las variables que forman parte del problema de investigación planteado, es necesario establecer una postura sólida respecto a la relación entre al diseño y la ciencia, en lo referido básicamente a sus fundamentos metodológicos, dado que ambos son procesos productivos que solucionan problemas. Esto nos enfrenta a una tensión que contrasta la idea concebida

sobre la realidad (desde una perspectiva filosófica) entre dos grandes polos: el monismo y el dualismo. Este debate se extiende hacia territorios que vinculan con cada vez más fuerza el rol del diseño en la cultura. Mallol Esquefa (2008) afirma que “la realidad a la que el diseño se refiere solo puede ser el debate espontaneo para la coparticipación, la coincidencia, de todas las aspiraciones implicadas, directa e indirectamente en las producciones concretas de artefactos de uso” (p. 101). En este sentido, el carácter representacional de la realidad y del diseño están en franca discusión. Desde la mirada de Torres & Escobar (2018) el diseñador es un sujeto cognoscente que tiene la intención de describir o interpretar el universo simbólico del usuario.

Los nexos que vinculan a nivel epistemológico a la ciencia con el diseño, instalan necesariamente la idea de modelo y operación, ya que sus fundamentos ayudan a desentramar los vínculos entre las representaciones que emergen en el proceso de diseño y su relación con la resolución de problemas. Asimismo, la problemática de las representaciones, tiene una vasta tradición en diferentes campos, que le son necesarios a esta investigación por su perfil posicionado desde la perspectiva del pensamiento complejo.

Se hace indispensable observar el rol que han cumplido las representaciones en los diferentes modelos metodológicos de diseño, lo que propone un desafío que también enfrenta y posiciona al proceso de diseño desde al menos tres perspectivas diferentes, la racionalidad técnica, el constructivismo y el modelo co-evolutivo. Estas cuestiones revelan a su vez sus propias versiones acerca de cómo se formulan los problemas y las

soluciones de diseño en el proceso proyectual.

La última cuestión que se desarrollará, comprende los estudios realizados acerca de los procesos de diseño en vinculación concreta con las representaciones, especialmente observando las expresadas de forma gráfica, que se suceden durante los proyectos. Esto ayuda a revelar las diferentes perspectivas posibles con las que se puede observar este fenómeno como articulador de las cadenas representacionales, los procesos cognitivos de los diseñadores, su capacidad para modelizar datos de la realidad, y los requerimientos particulares del proyecto.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Diseño y Ciencia

Existen al menos tres grandes paradigmas que tratan de explicar el proceso de diseño, y el rol que cumplen el problema y la solución. El primero responde al modelo del *problem solving* desarrollado por Herbert Simon (1969). El aporte de Simon al campo del diseño, proviene de la formulación de su teoría de la ciencia de lo artificial, que concibe a los objetos creados por el hombre como programados para cumplir objetivos y metas en torno al sistema que opera (Leiro, 2006). Parte de esta tradición es el trabajo de Margolín (2012) “Políticas de lo artificial”. En cuanto a la formulación de problemas, sostiene que las variables deben conocerse al comienzo del proceso, y, por lo tanto, el punto de partida del esquema de Simon es el propio problema. El recorrido metodológico (proyectual) apunta hacia la consecución de una solución.

El segundo paradigma fue formulado por Donald Shön (1992,1998), y corresponde a una visión constructivista del proceso, que se opone en muchos sentidos al modelo del

problem solving (de Simon), al que denomina modelo de la racionalidad técnica. Shön trabaja observando cómo se desarrolla un proceso arquitectónico. Su aporte tiene que ver con la forma en la que se revelan las variables del problema, que existen en forma de conocimiento tácito desde el comienzo del proceso. En su esquema, el problema emerge al final del proyecto, y la solución se visualiza al comienzo. El tercer paradigma es el del proceso co-evolutivo (Dorst y Cross, 2001; Dorst, 2017, 2006, 2004, 1997). Mediante estudios de protocolo, lograron poner en crisis las visiones de los dos paradigmas anteriores, revelando que los diseñadores construyen colaborativamente las dimensiones del problema y la solución, y este binomio, al que denominan como las dos caras de una misma moneda, co-evolucionan a lo largo del proceso proyectual. En este esquema tanto el problema como la solución terminan de construirse al final del trayecto.

El proceso de diseño y su vinculación con la ciencia, ha sido ampliamente discutido en las últimas décadas (Daalhuizen & Cash, 2021; Cash, 2020; Valgeirsdottir, Dagny & Van Oorschot, 2019; Cooper, 2019; Mejlhede, 2015; Galle & Kroes, 2014; Farrell & Hooker, 2013; Cross, 1999; Bayazit, 1993, 2004, 2009; Rust, 2004; Love, 1997).

Los tres paradigmas antes mencionados sirven de argumento en algún aspecto para poder establecer estrechas relaciones entre la ciencia y el diseño. Chris Rust (2004) se vale de la noción de conocimiento tácito (Polanyi, 2002[1958]) y Shön (1998, 1992) para argumentar a favor de los vínculos que existen entre investigación y diseño. Establece paralelismos entre los procesos de prueba de la ciencia y los procesos creativos del diseño. Estos autores, profundizan en el tema de la relación entre diseño e

investigación. Buchanan (2005) que mantiene la noción de *problem solving* aportada por Simon defiende desde esta perspectiva el nexo antes mencionado. Asimismo, el aporte de Simon, representa según Ynoub (2020) nuevos desafíos para definir una epistemología de la disciplina, ya que desde una perspectiva positivista, sería imposible un escenario científico sobre objetos que se fundan en posibilidades de solución y no en cuestiones cabalmente terminadas, para tales aspectos la autora propone entender al diseño como una praxis social. También desde una perspectiva epistemológica, Cravino (2020) sugiere defender la autonomía de las disciplinas proyectuales.

Carlos Burgos (2013, 2015a, 2015b, 2016), afirma que hay una amplia tradición que no reconoce la estrecha relación que existe entre diseño e investigación, pero que acepta que la investigación llevada adelante en paralelo, puede generar aportes significativos, tal es el caso de Cross (2011, 1995, 1986, 1982). Burgos (2015a) concluye que se pueden detectar puntos comunes entre prácticas proyectuales y científicas, puntualmente en relación con la exploración, las representaciones y el rol constitutivo de la realidad. En cuanto al rol del conocimiento, Krippendorff (2012) propone que el producto de la ciencia es proposicional y lingüístico y que se hace comunicable mediante entidades escriturales. Otra cuestión que polariza la ciencia y el diseño es aquella concepción de que la investigación se trata de la observación de fenómenos ya existentes y el diseño trabaja sobre objetos que aún no se han creado.

Es de vital importancia para comprender el método, que se ponga especial foco en la concepción del diseño como un proceso productivo de resolución de problemas, que

se estructuran a partir de operaciones de modelización de las variables que los componen. Para Samaja (1993, 2007) el objeto-modelo es el objeto tal como resulta definido por el conjunto de tributos, relaciones y contextos que se han seleccionado como relevantes para su estudio. Samaja hace especial énfasis en la idea de vinculación entre los modelos construidos a partir de datos de la realidad y los objetos teóricos que emergen del campo de la ciencia, utilizando la idea de cartografiado entre ambos tipos de objeto (el modelo y el teórico). Por otra parte, existe la idea de modelo entendido como “una construcción abstracta a la que se supone proveedora de una aproximación esquemática e idealizada del campo concreto que nos ocupa y cuya estructura es suficientemente simple como para poder ser descrita por los recursos conceptuales existentes” (Ladriere, 1977 p.37). Este concepto aporta a la comprensión del rol que juegan las representaciones en las operaciones de construcción, ajuste y reestructuración de los constituyentes del proyecto.

Asimismo, y en relación con los procesos de modelización, se vuelve a hacer pertinente la discusión acerca del rol que cumplen las representaciones, sobre todo en lo referente a los vínculos entre investigación y diseño, por una parte, y a los productos del proceso proyectual, por otra.

La importancia de la función representacional en relación con los modelos, según Knuuttila (2017, 2011, 2009, 2006, 2005) está separada nítidamente del carácter interventivo de la misma, ampliando las posibles perspectivas para el uso de los modelos. Knuuttila afirma que los modelos no necesariamente representan objetos de la vida real, y, por lo

tanto, se producen razonamientos indirectos. En contraposición con esta postura Burgos (2016, 2015b, 2013) afirma que las funciones de modelización y de representación son complementarias, y forman parte de un mismo proceso de modelización. Desde este punto de vista defiende la relación entre investigación científica y proceso proyectual, ya que las representaciones se consideran traducciones de los datos del mundo que operan como transformadoras de la realidad.

Por otra parte, existen discusiones que ponen en relieve las tipologías y roles que cumplen las representaciones en la ciencia (Ibarra & Mormann, 2005, 2000). Estos autores desarrollan la idea de que el quehacer científico consiste en la combinación, construcción, procesamiento y manipulación de representaciones. Dadas sus diferentes tipologías, se constituyen en redes representacionales complejas, debido a la cantidad de variaciones de relaciones posibles. Burgos & Ibarra (2014) partiendo de dichas ideas, profundizan en la relación entre las lógicas implícitas en los métodos de diseño y su vínculo con los entramados de la cultura introduciendo el concepto de “redes proyectantes”.

Diseño y representaciones

En cuanto al tema representaciones, es una noción que no puede ser inscripta en un solo campo concreto. A pesar de que su disciplina de origen es la semiótica (Pierce, [1987]), se han desarrollado trabajos desde el punto de vista de la psicología, la lingüística, la neurociencia, la inteligencia artificial y la filosofía (Bouveresse, 2004; Kosslyn, 2010; Dehaene, 1997; Kayser, 1997; Tisseau, 1996; DL, 1990; Haton & Haton, 1989; Johnson-Laird, 1989; ; Langacker, 1987; Millikan, 1984; Dretske, 1981; Fodor & Pylyshyn, 1981). Desde el punto de vista de la psicología

cognitiva (Bouveresse, 2004), se enuncia la noción de representación mental como una contrapartida individual a la realidad y estímulos externos que el sujeto experimenta. Para la neurociencia, todos los procesos de la actividad perceptiva (activación/inhibición, memoria, percepción) necesitan recurrir a representaciones guardadas en la memoria. La lingüística define a las representaciones “como aquellas estructuras de datos y salidas de transformaciones computacionales que producen el acrecentamiento de información necesario para explicar el conjunto de los comportamientos posibles para que sean compatibles con una tarea dada” (Houdé et. Al., 2003). Desde una perspectiva filosófica, el concepto de representación se liga a la idea de función de una cosa de remitir a otra.

Van den Boom (2015) establece una relación directa entre el diseño y las representaciones afirmando que el diseño es una construcción semiótica. Lange (2009,2003) reconoce el rol representacional del diseño, proponiendo que existe una forma particular de semiosis basada en la abducción como un proceso natural en los diseñadores que les provee de síntesis. Otros investigadores han demostrado la utilidad de los fundamentos de las representaciones y los procesos de semiosis para articular dimensiones de la realidad observable (Krasaki, 2021). Sawaragi (2008) incorpora el concepto de *semiosis*, que es cualquier forma de actividad, conducta o proceso que involucre signos, incluida la producción de significado, para comprender las dinámicas que existen entre el sujeto y el entorno en sistemas complejos de diseño. Específicamente en lo relativo al fenómeno de la semiosis en diseño gráfico se pueden mencionar varios autores de provenientes del campo de los estudios de diseño. Vilchis Esquivel (2013) afirma que la

semiosis esta “circunscrita a las manifestaciones concretas de las dimensiones objetivas, subjetivas e intersubjetivas del objeto diseñado” (p.123), introduciendo aquí una dimensión discursiva que articula texto y contexto. Capistrán (2006) incorpora la idea de semiótica visual para analizar y crear imágenes en diseño. Desde el punto de vista del diseño industrial, Ferrara (2004) profundiza sobre el rol de la semiótica en los procesos de diseño, contrasta la idea de semiótica como lógica del lenguaje inherente a los procesos de semiosis, en contraposición a un método de aplicación lineal y útil para la práctica, interrogándose acerca de la diferencia entre una semiótica aplicada al diseño y una semiótica del diseño. Kryssanov & Goossenaerts (2000) explican la semiosis del diseño evolutivo y los principios generales de la evolución del concepto de producto. Santaella (2004) que centra la mirada en los signos icónicos y la cognición y Ledesma & López (2009) articulan conceptos de semiótica y comunicación con el campo del Diseño, así como Zingale (2016); Silva, (2018) y Floch, (2014).

Por otra parte, hay un campo que vincula la temática representacional con los modelos metodológicos, sus configuraciones, las lógicas implicadas en los procesos a través de las posibilidades de representación y sus fundamentos teóricos (Burgos & Strycek, 2021, 2019, 2018a, 2018b, 2014; Vilchis Esquivel, 2014). En esta misma línea de pensamiento se reúnen estudios sobre las posibilidades de representación del método en las diferentes disciplinas del diseño atendiendo a los procesos lógico-metodológicos y sus posibilidades de representatividad (Burgos & Faure, 2018; Burgos, Ramírez Farías, Cenzano, Faure & Ledesma, 2017; Takeda, Veerkamp y Yoshikawa, 1990). Un grupo particular de

estudios se enfoca en las imágenes representadas durante del proceso proyectual, las técnicas aplicadas y las posibilidades de representación tanto a mano alzada como haciendo uso de herramientas digitales. Estas investigaciones se enfocan en los aspectos formativos de diseñadores y arquitectos en las etapas de conceptualización (Brösamle, & Hölscher, 2018; Briede-Westermeyer, Cabello-Mora, & Hernandis-Ortuño, 2014; Koç, (s.f); Briede-Westermeyer, 2010).

Otro conjunto de trabajos se ocupa del rol de las representaciones en las etapas conceptuales, haciendo especial foco en las posibles tipologías y sus relaciones con las intenciones de los diseñadores, sobre todo en lo referido al desarrollo de ideas de solución (Shimomura, Yoshioka, Takeda, McKoy & otros 1998; Bodker, 2009).

Partiendo de los fundamentos provenientes de las ciencias cognitivas y de la inteligencia artificial, surgió una corriente de investigadores (Goel 1992, y 1995; Goldmisch 1991, 1992, 2003; Verstijnen, van Leeuwen, Goldschmidt, Hamel, & Hennessey, 1998; Abidin, Warell, & Liem, 2011; Read, Fitton & Horton, 2014) que posicionaron sus enfoques en los procesos de cognición de los diseñadores, a través de las representaciones a mano alzada (sketching). Los autores estudiaron la estructuración y combinación en relación con la dialéctica que emerge de la representación gráfica de imágenes mentales (interiores). Para tal fin, analizaron a diseñadores experimentados, comprobando que se optimizaban los procesos creativos de aquellos que hacían uso de sketches. A partir de estas pesquisas, surgieron especificidades, como, por ejemplo, las que establecen relaciones entre el pensamiento de los diseñadores y las representaciones – sketching- (Carlsson, s.f.; Tversky, s.f.;

Chandrasekaran, 1997; Huang, 2008). Otro grupo de trabajos se enfoca en las posibilidades del sketching y su rol en los mecanismos de estructuración y combinación en el proceso creativo, poniendo especial énfasis en los niveles de experticia, las transformaciones que va adquiriendo la forma durante los procesos creativos, y el desarrollo de ideas visuales (Prats, Lim, Jowers, Garner, & Chase, 2009). Fish & Scrivener (1990) observaron los aspectos descriptivos y representacionales de los sketches. Mientras que las instancias de representación descriptivas dependen de proposiciones externas, que permiten traducir las imágenes mentales, las representaciones descriptivas o análogas tienen la ventaja de reproducir experiencias similares a los objetos representados. Estas investigaciones evolucionaron hacia estudios profundos acerca de los procesos de pensamiento de diseño y sus correspondientes gestos representacionales visuales (Mao, Galil, Parrish, & Sen, 2020; Cash & Maier, 2021) la representación del conocimiento, enfocados al desarrollo de sistemas de diseño (Butakova, Chernov, Guda, Vereskun & Kartashov, 2019) o en la problemática concreta de la cognición y metacognición (Cross, 2001; Ball, 2019).

En los últimos años, las tradiciones en el campo de la investigación de las representaciones del pensamiento de diseño a través del sketching y sus implicancias tanto metodológicas como teóricas se han ido amalgamando (Helmi & Khaidzir, 2016; Self, 2019, Atman, 2019). Las observaciones sobre los procesos de diseño, se enfocan en las habilidades de los diseñadores, en tanto sus capacidades representacionales, como en la comprensión de los problemas de diseño (como de estructura borrosa), la naturaleza co-evolutiva de problemas y soluciones y la importancia definitiva de los niveles de

experticia para moverse en el espacio del problema de manera vertical y horizontal (Goel & Pirolli, 1992). En este sentido, el aporte de Visser (2006) a la concepción del diseño como constructor de representaciones es fundamental, ya que logra reunir gran parte de las problemáticas hasta aquí mencionadas en un solo trabajo. Es el abordaje multifacético del problema representacional en el proceso de diseño, su problematización (indefinida, borrosa) las influencias externas y las restricciones de los artefactos de diseño, definen cabalmente al diseño como una actividad representacional en todas las dimensiones implicadas en el proyecto.

Jonson (2005) hace un aporte interesante en relación con el estudio de las alternancias entre los bocetos a mano alzada, la verbalización de los diferentes estadios del proceso y la digitalización en programas de computación, posicionando a los procesos de ideación en las etapas de sketching y verbalización, para posteriormente ser trasladados a las instancias de representación mediante software. Dentro de este mismo universo temático podemos destacar los trabajos de Maya & Mazo (2020) que exploran las funciones múltiples de los sketches estudiados desde diferentes enfoques cognitivos.

En cuanto a escritos que hayan ahondado en la problemática de las variables del problema de diseño en lo que se refiere a las representaciones. Una de las principales discusiones se relaciona con los modelos de espacio del problema que no contemplan el intederminismo, y la condición de estar mal estructurados, requiriendo de nuevas descripciones de las representaciones en el espacio del problema (Goldschmidt, 1997). Gero & Kumar (1993) ponderan la introducción de variables (mediadas por representaciones) al problema de diseño,

como un detonante de mejores soluciones. En un orden mas específico, Burgess, Pasini, & Alemzadeh (2004) proponen tipologías representacionales de gráficos de rendimiento de productos y sistemas que contemplan multiplicidad de variables, esto ayuda a la visualización de sistemas complejos en el espacio del problema.

Se puede identificar otro conjunto de estudios que se enfocan en problemáticas actuales de la metodología del diseño, que reclaman nuevas habilidades como el trabajo colaborativo, el co-diseño, y el trabajo transdisciplinario. Esto ha reenforcado la observación y el análisis de las representaciones y sus roles en el proceso proyectual de lo individual a lo colectivo. Algunos de los temas más relevantes se vinculan a la comunicación entre miembros de equipos haciendo uso del sketching y las representaciones (Self; 2019), los problemas de colaboración en los procesos creativos (Wiltschnig & Christensen, 2013), procesos creativos y las experiencias compartidas representacionalmente para la retroalimentación y solución de problemas (Comi, Jaradat & Whyte, 2019) toma de decisiones a través de los procesos representacionales (Bresciani, 2019) y el uso de diferentes canales de comunicación utilizando bocetos de diseño y de qué manera los diseñadores individuales comparten sus modelos mentales con otros integrantes de un grupo, durante la generación del concepto de solución (Ariff, Badke-Schaub, & Eris, 2012).

Finalmente, vale la pena destacar el rol de las representaciones en uno de los modelos metodológico/productivos que está en tendencia, denominado *design thinking*. Aquí podemos encontrar referencias a modelos representacionales ligados a la educación bajo los fundamentos de estas nuevas técnicas (Bravo & Bohemia 2020; Zaragoza &

Esquinas Dessy, 2019; Sarmiento Omeara, s.f).

Bibliografía

1. Abidin, S. Z., Warell, A., & Liem, A. (2011, October). The significance of form elements: a study of representational content of design sketches. In *Proceedings of the Second Conference on Creativity and Innovation in Design* (pp. 21-30).
2. Ariff, N. S. N. A., Badke-Schaub, P., & Eris, O. (2012). Conversations around design sketches: use of communication channels for sharing mental models during concept generation. *Design and Technology Education: An International Journal*, 17(3).
3. Atman, C. J. (2019). Design timelines: Concrete and sticky representations of design process expertise. *Design Studies*, 65, 125-151.
4. Ball, L. J., & Christensen, B. T. (2019). Advancing an understanding of design cognition and design metacognition: Progress and prospects. *Design Studies*, 65, 35-59.
5. Bar-Eli, S. (2013). Sketching profiles: Awareness to individual differences in sketching as a means of enhancing design solution development. *Design Studies*, 34(4), 472-493. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2013.01.007>
6. Bayazit, N. (1993). Designing: design knowledge: design research: related sciences. In *Design methodology and relationships with science* (pp. 121-136). Springer, Dordrecht.
7. Bayazit, N. (2004). Investigating design: A review of forty years of design research. *Design issues*, 20(1), 16-29.
8. Bayazit, N. (2009). A history of design research at the periphery: The Turkish case. *The Design Journal*, 12(3), 289-309.
9. Bouveresse, J. (2004). Langage, perception et réalité (p. 442). Jacqueline Chambon.
10. Bravo, Ú., & Bohemia, E. (2020). Representaciones del proceso de diseño: de la didáctica a la metáfora. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación Nº103*, 23, 67-84.
11. Bresciani, S. (2019). Visual design thinking: A collaborative dimensions framework to profile visualisations. *Design Studies*, 63, 92-124.
12. Briede Westermeyer, J. C., Cabello Mora, M., & Hernandis Ortuño, B. (2014). Modelo de abocetado concurrente para el diseño conceptual de productos industriales. *Dyna*, 81(187), 199-208.
13. Brösamle, M., & Hölscher, C. (2018). Approaching the architectural native: a graphical transcription method to capture sketching and gesture activity. *Design Studies*, 56, 1-27.
14. Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, 8(2), 5-21. <https://doi.org/10.2307/1511637>
15. Buchanan, R. (2005). Strategies of Inquiry in Design Research. In Presentation at the founding meeting of the Network of Leading Design Research and Innovation Centers, Helsinki, UIAH.
16. Bürdek, B. E. (2005). *Design*. Birkhäuser.
17. Burgess, S., Pasini, D., & Alemzadeh, K. (2004). Improved visualisation of the design space using nested performance charts. *Design Studies*, 25(1), 51-62.

18. Burgos C.E. (2015) Más allá del modelo del problem-solving: El proyecto arquitectónico como investigación proyectual. ARQUISUR REVISTA | AÑO 5 | Nº 7
19. Burgos, C.E. y Strycek, L. (2014) i-realidades de índole social en la determinación de los sujetos, problemas y productos de la actividad proyectual” Congreso SEMA. Universidad Nacional del Nordeste.
20. Burgos C.E. y Strycek L. (2018a) Limitaciones y Dificultades para la enseñanza del Diseño: una Crítica a los modelos metodológicos programáticos. 5º Congreso DISUR”. Septiembre de 2018
21. Burgos, C.E. y Strycek, L. (2018b). Nuevas aproximaciones lógico-rationales a las concepciones metodológicas clásicas en el diseño gráfico. Revista 180, 42, 96-111. [http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-42.\(2018\).art-513](http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-42.(2018).art-513)
22. Burgos C.E. y Strycek L. (2019) Prevalencia de los Modelos metodológicos tradicionales: obstáculos para la innovación. Congreso latinoamericano de enseñanza del diseño. Universidad de Palermo, Buenos Aires.
23. Burgos, C.E. (2016). Teoría del diseño: categorías y enfoques epistémicos para una nueva imagen de la disciplina.
24. Burgos, C. E. (2015). Propuesta de una agenda común de problemas para la ciencia y el diseño como escenario transdisciplinar para la actividad proyectual. ADNea, (3), 89-100.
25. Burgos, C. E. (s. f.). La condición cognitiva esencial del Diseño Arquitectónico. Morfología y Dinámica del Proceso y la acción proyectual. ADNea Revista de Arquitectura y Diseño del Nordeste Argentino, 1, 53-62.
26. Burgos, C. & Faure, r. (2018) Estructuras reticulares en los modelos metodológicos de las disciplinas proyectuales. RChD: creación y pensamiento, 3(4), 1-12. doi: 10.5354/0719-837X.2018.50237
27. Burgos, C., & Ibarra, A. (2014). Teoría del diseño: de las lógicas del objeto-problema a las lógicas de los procesos constitutivos.
28. Burgos, C.E. Ramirez Farías, L., Cenzano, C., Faure, R., Ledesma, G. (2017) Modelos metodológicos comunes en el diseño gráfico, de indumentaria, textil y publicitario. Revista Conexiones.
29. Butakova, M. A., Chernov, A. V., Guda, A. N., Vereskun, V. D., & Kartashov, O. O. (2018, September). Knowledge representation method for intelligent situation awareness system design. In International Conference on Intelligent Information Technologies for Industry (pp. 225-235). Springer, Cham.
30. Capistrán, J. I. B. (2006). Aplicación de la semiótica a los procesos del diseño. Signa: revista de la Asociación Española de Semiótica, (15), 233-254.
31. Carlsson, P. A. L. Images and Sketching.
32. Casakin, H., & Goldschmidt, G. (1999). Expertise and the use of visual analogy: Implications for design education. Design Studies, 20(2), 153-175. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(98\)00032-5](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(98)00032-5)
33. Cash, P. (2020). Where next for design research? Understanding research impact and theory building. Design Studies, 68, 113-141.
34. Cash, P., & Maier, A. (2021). Understanding representation: Contrasting gesture and sketching in design through dual-process theory. Design Studies, 73, 100992.

35. Cash, P., Daalhuizen, J., Valgeirsdottir, D., & Van Oorschot, R. (2019, July). A theory-driven design research agenda: exploring dual-process theory. In Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design (Vol. 1, No. 1, pp. 1373-1382). Cambridge University Press.
36. Chandrasekaran, B. (1997). A Review of Sketches of Thought. *AI Magazine*, 18(2), 120-120. <https://doi.org/10.1609/aimag.v18i2.1298>
37. Comi, A., Jaradat, S., & Whyte, J. (2019). Constructing shared professional vision in design work: The role of visual objects and their material mediation. *Design Studies*, 64, 90-123.
38. Cooper, R. (2019). Design research—Its 50-year transformation. *Design Studies*, 65, 6-17.
39. Cravino, A. (2020). Hacia una Epistemología del Diseño. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, (82).
40. Cross, N. (2011). *Design thinking: Understanding how designers think and work*. Berg.
41. Daalhuizen, J., & Cash, P. (2021). Method content theory: Towards a new understanding of methods in design. *Design Studies*, 75, 101018.
42. Cross, N. (2004). Expertise in design: An overview. *Design Studies*, 25(5), 427-441. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2004.06.002>
43. Cross, N. (1999). Design research: A disciplined conversation. *Design issues*, 15(2), 5-10.
44. Cross, N. (2001). Design cognition: Results from protocol and other empirical studies of design activity. *Design knowing and learning: Cognition in design education*, 79-103.
45. Cross, N. (1995). *Discovering design ability*. University of Chicago Press.
46. Cross, N. (1986). The development of design methodology in architecture, urban planning and industrial design. *Cybernetics and Systems' 86*, 173-180.
47. Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design studies*, 3(4), 221-227.
48. Dehaene, S. (1997). Le cerveau en action. *Imagerie cérébrale fonctionnelle en psychologie cognitive*. *Natures Sciences Societes*, 5(2), 85-85.
49. Demirkan, H. (2005). Generating design activities through sketches in multi-agent systems. *Automation in Construction*, 14(6), 699-706.
50. DL, T. E. S. (1990). Priming and human memory system. *Science*, 247(4940), 301306.
51. Dorst, K. (2017). *Innovación y metodología: nuevas formas de pensar y diseñar*. Experimenta Editorial.
52. Dorst, K (1997) *Describing design: a comparison of paradigms*, PhD thesis, Delft University, The Netherlands
53. Dorst, K. and Cross, N (2001) *Creativity in the design process: co-evolution of problem solution* *Design Studies* Vol 22 pp 425-437
54. Dorst, K., &Reymen, I. (2004, septiembre). Levels of Expertice in design education. *International Engineering and Product Design Education Conference*. Levels of expertice in design education, The Netherlands.
55. Dretske, F. I. (1981). *Knowledge and the Flow of Information*.
56. Dretske, F. I. (1991). *Explaining behavior: Reasons in a world of causes*. MIT press.
57. e Silva, T. D. C. (2018). Design Process in Light of Semiotics: Symbiotic Operations Inherent to the Semiosis of Design Process. In *The Logic of Design Process* (pp. 295-342). transcript-Verlag.

58. Farrell, R., & Hooker, C. (2013). Design, science and wicked problems. *Design studies*, 34(6), 681-705.
59. Ferrara, L. D. A. (2004). Do Desenho ao Design: um percurso semiótico? *Galáxia*. Revista do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Semiótica. ISSN 1982-2553, (7).
60. Fish, J., & Scrivener, S. (1990). Amplifying the mind's eye: sketching and visual cognition. *Leonardo*, 23(1), 117-126.
61. Floch, J. M. (2014). A contribuição da semiótica estrutural para o design de um hipermercado. *Galáxia (São Paulo)*, 14, 21-47.
62. Fodor, J. A., & Pylyshyn, Z. W. (1981). How direct is visual perception? Some reflections on Gibson's "ecological approach.". *Cognition*.
63. Galle, P., & Kroes, P. (2014). Science and design: Identical twins?. *Design Studies*, 35(3), 201-231.
64. Gero, J. S., & Kumar, B. (1993). Expanding design spaces through new design variables. *Design Studies*, 14(2), 210-221.
65. Goel, V. (1995). *Sketches of Thought*. The MIT Press.
66. Goel, V. (1992). Ill-Structured Diagrams for Ill-structured Problems. AAI Technical Report, 6.
67. Goel, V., & Pirolli, P. (1992). The structure of design problem spaces. *Cognitive Science*, 16(3), 395-429. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(92\)90038-V](https://doi.org/10.1016/0364-0213(92)90038-V)
68. Goel, V., & Pirolli, P. (1989). Motivating the notion of generic design within information-processing theory: The design problem space. *AI magazine*, 10(1), 19-19.
69. Goldschmidt, G. (2003). The backtalk of self-generated sketches. *Design Issues*, 19(1), 72-88.
70. Goldschmidt, G. (1997). Capturing indeterminism: representation in the design problem space. *Design Studies*, 18(4), 441-455.
71. Goldschmidt, G. (1992). Serial sketching: visual problem solving in designing. *Cybernetics and System*, 23(2), 191-219.
72. Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity research journal*, 4(2), 123-143.
73. Haton, J. P., & Haton, M. C. (1989). *L'intelligence artificielle*. Presses universitaires de France.
74. Helmi, F., & Khaidzir, K. (2016). Analysing the critical role of sketches in the visual transformation of architectural design. *International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR*, 10, 219. <https://doi.org/10.26687/archnet-ijar.v10i2.958>
75. Houdé, O., Kayser, D., Kæning, O., Proust, J., & Rastier, F. (2003). *Diccionario de Ciencias Cognitivas*. Amorrortu Editores.
76. Huang, Y. (2008). Investigating the cognitive behavior of generating idea sketches through neural network systems. *Design Studies* 29(1), 70-92. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2007.06.002>
77. Johnson-Laird, P. N. (1989). *Mental models*.
78. Jones, J. C. (1975). *Métodos de diseño* (pp. 151-164). Centro de Cálculo.
79. Kayser, D. (1997). *La représentation des connaissances* (p. 308). Paris: Hermes.

80. Kernbach, S., & Nabergoj, A. S. (2018, July). Visual Design Thinking: Understanding the role of knowledge visualization in the design thinking process. In 2018 22nd International Conference Information Visualisation (IV) (pp. 362-367). IEEE.
81. Knuuttila, T. (2011). Modelling and representing: An artefactual approach to model-based representation. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 42(2), 262-271.
82. Knuuttila, T. (2009). Isolating representations versus credible constructions? Economic modelling in theory and practice. *Erkenntnis*, 70(1), 59-80.
83. Knuuttila, T. (2006). From representation to production: Parsers and parsing in language technology. In *Simulation* (pp. 41-55). Springer, Dordrecht.
84. Knuuttila, T. (2005a). Models as epistemic artefacts: Toward a non-representationalist account of scientific representation.
85. Knuuttila, T. (2005b). Models, representation, and mediation. *Philosophy of Science*, 72(5), 1260-1271.
86. Knuuttila, T., & Loettgers, A. (2017). Modelling as indirect representation? The Lotka–Volterra model revisited. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 68(4), 1007-1036.
87. Koç, R. A. B. Beyond Visualization: an interpretative Framework on the changing role Of architectural representation in desing education.
88. Kosslyn, S. M. (2010). *Wet mind: The new cognitive neuroscience*. Simon and Schuster.
89. Krasaki, E. (2021). Design as semiosis: A design mechanism for place branding.
90. Krippendorff, K. (2012). Design research, an oxymoron?. In *Design research now* (pp. 67-80). Birkhäuser.
91. Kryssanov, V. V., & Goossenaerts, J. B. M. (2000, November). Modelling semiosis of design. In *International Working Conference on the Design of Information Infrastructure Systems for Manufacturing* (pp. 111-118). Springer, Boston, MA.
92. Langacker, R. W. (1987). *Foundations of cognitive grammar: Theoretical prerequisites* (Vol. 1). Stanford university press.
93. Lange, M. (2009). *Design semiosis*
94. Lange, M. W. (2003). *Design semiosis: Synthesis of products in the design activity*.
95. Ledesma, M., & López, M. (Eds.). (2004). *Comunicación para diseñadores*. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.
96. Leiro, R. J. (2006). *Diseño: estrategia y gestión*. Ediciones Infinito.
97. Machado, I. Semiosis in design: estruturas diagramáticas em textos comunicacionais.
98. Mallol Esquefa M. (2008). Diseño y realidad. *Kepes*, 5(4), 73 - 106. Recuperado a partir de <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/kepes/article/view/436>
99. Mao, X., Galil, O., Parrish, Q., & Sen, C. (2020). Evidence of cognitive chunking in freehand sketching during design ideation. *Design Studies*, 67, 1-26.
100. Margolín, V. (2012). *Las políticas de lo artificial: ensayos y estudios sobre diseño*. DR Editorial Designio.
101. Maya, J., & Mazo, E. P. (2020). Propiedades de las representaciones en diseño: una exploración interdisciplinaria de su rol funcional. *Kepes*, 17(21), 17-60.

102. Mejlhede, D. T. (2015). Design research and art-based design education programs. *Design Issues*, 31(4), 44-55.
103. Millikan, R. G. (1984). *Language, thought, and other biological categories: New foundations for realism*. MIT press.
104. Morin, E. (2003). *Educación en la era planetaria*. Editorial Gedisa.
105. Pierce, C.S. (1987) *Textos fundamentales de semiótica* (trad. B. Fourchier y C. Foz)
106. Prats, M. (2009). Transforming shape in design: observations from studies of sketching. *Design studies*, 30(5), 503-520.
107. Read, J. C., Fitton, D., & Horton, M. (2014, June). Giving ideas an equal chance: inclusion and representation in participatory design with children. In *Proceedings of the 2014 conference on Interaction design and children* (pp. 105-114).
108. Rust, C. (2004). Design enquiry: Tacit knowledge and invention in science. *Design issues*, 20(4), 76-85.
109. Samaja, J. (2007). *La ciencia como proceso de investigación y dimensión de la cultura*. *Tram [p] as de la Comunicación y la Cultura*.
110. Samaja, J. (1993). *El proceso de la ciencia. Una breve introducción a la investigación científica*.
111. Santaella, L. (2003). Icono y cognición: el icono puro, los iconos perceptivos y los hipoiconos. *DeSignis*, (4), 0027-44.
112. Sawaragi, T. (2008, August). Design theory for dynamical systems with semiosis. In *2008 SICE Annual Conference* (pp. 375-380). IEEE.
113. Self, J. A. (2019). Communication through design sketches: Implications for stakeholder interpretation during concept design. *DesignStudies*, 63, 1-36. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2019.02.003>
114. Self, J. A. (2019). Communication through design sketches: Implications for stakeholder interpretation during concept design. *Design Studies*, 63, 1-36.
115. Shimomura, Y., Yoshioka, M., Takeda, H., Umeda, Y., & Tomiyama, T. (1998). Representation of design object based on the functional evolution process model.
116. Shön, D. (1998). *El Profesional Reflexivo. Como piensan los profesionales cuando actúan*. Ediciones Paidós.
117. Shön, D. (1992). *La formación de Profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza aprendizaje en las profesiones*. Ediciones Paidós.
118. Sopena, C. (1976). Nota sobre la noción de inconciente en Lacan. *Revista uruguaya de psicoanálisis*, XVI 02.
119. Strycek L. y Burgos C.E. (2021) Modelos Representacionales y Procesos de Razonamiento lógico en Diseño Gráfico. Congreso latinoamericano de enseñanza de Diseño
120. Takeda, H., Veerkamp, P., & Yoshikawa, H. (1990). Modeling design process. *AI magazine*, 11(4), 37-37.
121. Tisseau, G. (1996). *Intelligence artificielle. Problèmes et méthodes*, PUF.
122. Torres, S. H. N., & Escobar, T. E. (2018). Antropología aplicada al diseño. *INNOVA Research Journal*, 3(10), 260-274.
123. Tversky, B. (s. f.). What do Sketches say about Thinking?4.

124. Van den Boom, H. (2015). Design as Semiotic Construction. *Design Issues*, 31(1), 83-93.
125. Verstijnen, I. M., van Leeuwen, C., Goldschmidt, G., Hamel, R., & Hennessey, J. M. (1998). Sketching and creative discovery. *DesignStudies*, 19(4), 519-546.
126. Vilchis, L. D. C. (2014). Metodología del diseño. Fundamentos teóricos. Mexico, DF, UNAM.
127. Vilchis L. D. C. (2013). El fenómeno de semiosis en el diseño gráfico. *Designis*, 21, 120-128.
128. Visser, W. (2009). Design: one, but in different forms. *Design studies*, 30(3), 187-223.
129. Visser, W. (2006). Designing as construction of representations: A dynamic viewpoint in cognitive design research. *Human-Computer Interaction*, 21(1), 103-152.
130. Westermeyer, J. C. B. (2010). La Metodología sistémica y el rol de las representaciones en el diseño conceptual de productos industriales. *Umbral Científico*, (17), 73-82.
131. Wiltchnig, S., Christensen, B. T., & Ball, L. J. (2013). Collaborative problem-solution co-evolution in creative design. *Design Studies*, 34(5), 515-542.
132. Ynoub, R. (2020). Epistemología y metodología en y de la investigación en Diseño. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (82), 17-31.
133. Zaragoza de Pedro, I., & Esquinas Dessy, J. (2019). Nuevas representaciones, Nuevas concepciones: "entender y hacer entender". MArch ETSAB. In *VII Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'19), Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 14 y 15 de Noviembre de 2019: libro de actas* (pp. 22-33). Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica.
134. Zingale, S. (2016). Qual semiótica para o design? A via pragmatista ea construção de uma semiótica do projeto.