

## **Metodologías de Diseño Aplicadas al Rediseño de un Producto del Ámbito Industrial**

**José Luis Lapaz Castillo**

ESEIAAT. Expressió Gràfica a l'Enginyeria

**Francisco Bermúdez Rodríguez**

ESEIAAT. Expressió Gràfica a l'Enginyeria

**Noelia Olmedo Torre**

EEBE. Expressió Gràfica a l'Enginyeria

**Òscar Farrerons Vidal**

EEBE. Expressió Gràfica a l'Enginyeria

**Francesc Mestres Domènech**

ESEIAAT. Expressió Gràfica a l'Enginyeria

**Joan Antoni López Martínez**

EPSEM-ESEIAAT. Expressió Gràfica a l'Enginyeria

### **Resumen**

En todo proceso industrial, las técnicas y metodologías de diseño se han fundamentado, en buena parte, en el pensamiento creativo presente en todos los procesos de la actividad humana.

El objetivo de este estudio se centra en el rediseño de un objeto de uso cotidiano; se establecen unas condiciones de partida y se plantean unos objetivos ligados a una serie de resultados aportados evaluables y contrastables.

## 1. Introducción

La creatividad y el proceso creativo han sido y son en la actualidad objeto de especial interés para muchos investigadores, tanto del ámbito de las ciencias sociales como del resto de ciencias más experimentales.

A día de hoy encontramos un gran número de intentos de postular y establecer unas bases teóricas respecto a ambas (Sternberg & Lubart, 1993) (McConathy, 1990). Para una gran mayoría, el pensamiento creativo no es algo innato, sino que se puede desarrollar y potenciar (Smolensky & Kleiner, 1995) incluso desde los primeros estadios de las etapas educativas (Torrance, 1972).

Adoptando enfoque más empírico, en la década de los ochenta P. Purcell (Purcell, 1981), recopila la forma de pensar de una gran muestra de diseñadores en busca del origen de sus ideas creativas. Más recientemente, B. Lawson (Lawson, 2006) intenta también adentrarse en el pensamiento de diseño para abordarlo en su contexto particular y de una manera menos abstracta.

A nivel de producto y proceso industrial, las técnicas y metodologías de diseño se han fundamentado, en buena parte, en el pensamiento creativo presente en todos los procesos de la actividad humana. Los diferentes programas formativos relacionados con el diseño industrial y el desarrollo de productos, de forma general, así lo han reflejado, intentando, en todo momento, integrar las metodologías más adecuadas (Curry, 2014).

Los métodos creativos también están presentes en el campo de la educación en ingeniería (Ogot, 2006) (Sarkar & Chakrabarti, 2011), en todos los ámbitos y etapas del proceso de diseño, partiendo del diseño conceptual (López Forniés & Berges Muro, 2012) e incluyendo la búsqueda de taxonomías y métricas adecuadas (Oman & Tumer, 2009).

En síntesis: todo proceso innovador siempre va acompañado de un ejercicio creativo que se debe estimular y, en gran medida, sistematizar (Bruton, 2010).

El objetivo de esta investigación se centra en el rediseño de un objeto de uso cotidiano; se establecen unas condiciones de partida y se plantean unos objetivos ligados a una serie de resultados evaluables y contrastables.

La selección de técnicas y métodos a considerar en la investigación que presentamos, parte de experiencias prácticas previas similares y de recopilatorios de metodologías diversas utilizadas en el diseño industrial y el desarrollo del producto (Dorst & Cross, 2001). A tal efecto, se han tenido en cuenta gran parte de las aportaciones teóricas fundamentales de Ch. Jones (Jones, 1992) y, muy especialmente, de K. Ulrich y S. Eppinger, estos últimos desde sus primeros trabajos al respecto (Ulrich & Eppinger, 1995), hasta sus más recientes revisiones adaptadas a los nuevos productos y materiales (Ulrich & Eppinger, 2012).

Este trabajo de investigación recoge los resultados de una experiencia del ámbito del diseño industrial, en la asignatura de Metodología del Diseño. Esta asignatura forma parte de los estudios oficiales del Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto (GDIDP), en la Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeronáutica y Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT) de la UPC- BarcelonaTech.

## **2. Metodología**

Participaron un total de 62 alumnos y alumnas del grado de diseño industrial, de edades comprendidas entre los 19 y 25 años y de los cuales 39 eran hombres (62,90%) y 23 mujeres (37,10%).

El alumnado dejó constancia de las url's de sus blogs académicos en el foro específico creado en el curso virtual de la asignatura en la

plataforma virtual Atenea y, posteriormente, cada alumno sindicó los blogs del resto de participantes (RSS) en el suyo. Recordemos que la sindicación de blogs es un recurso normalmente utilizado para permitir el acceso a diferentes contenidos, compartir información actualizada y difundirla a otros usuarios que se hayan suscrito a la fuente de contenidos de forma inmediata.

A continuación, se detalla la ficha técnica del experimento:

*Ámbito:* diseño conceptual. Alternativas de rediseño para un producto ya existente.

*Producto/concepto a analizar:* cuchara destinada a la alimentación de bebés de entre 4 y 12 meses.

*Métricas iniciales del producto:*

- Dimensiones básicas: 140x25x10 mm
- Capacidad de carga: 5 ml.

*Reto de diseño:* aportar el máximo número de propuestas conceptuales de diseño, tanto morfológicas como funcionales.

*Listado de metodologías creativas:*

Como técnicas propuestas a aplicar, se ofertaron las siguientes (se encuentran entre las más habitualmente utilizadas dentro del ámbito del diseño):

IVF: inconsistencias visuales y funcionales.

CM: análisis morfológico.

S: técnica SCAMPER.

B: Brainstorming.

AA: listado y análisis de atributos.

AO: árbol de objetivos.

AF: análisis funcional de sistemas.

C: cuestionarios y entrevistas.

*Alcance y limitaciones de la investigación:*

Enfoque a nivel cuantitativo. No se contempla la fase posterior cualitativa de depuración, descarte, selección y priorización de las propuestas creativas aportadas. Esta etapa posterior forma parte de una investigación derivada.

## **2.1. Desarrollo del experimento**

En una sesión presencial controlada y acotada en el tiempo, se toma un grupo de prueba de 62 alumnos de diseño y, durante un tiempo limitado de 3 horas, se plantea el experimento base: acometer un reto de diseño conceptual. En concreto, se les pide lo siguiente:

1. Reflexionar acerca del reto de diseño planteado.
2. Seleccionar y justificar la o las técnicas aplicadas, en todo o en parte, para resolver un reto de diseño planteado.
3. Aplicar las técnicas seleccionadas.
4. Concretar una propuesta conceptual al reto de diseño planteado:
  - a) Especificaciones básicas del producto resultante: material/es, acabados (forma/color), dimensiones resultantes (medidas/volumen/peso), ...
  - b) Croquis/bocetos/vistas normalizadas acotadas.
  - c) Detalle de características de uso: indicaciones, instrucciones, recomendaciones, limitaciones, ...
  - d) Otros datos adicionales.

Veamos cada una de las ocho técnicas propuestas anteriormente y utilizadas en el presente trabajo y el porqué de su selección.

## **3. Resultados y discusión**

Seguidamente se muestra un resumen de resultados y su análisis.

I Jornada de Recerca EGE-UPC 2019

<b>Participante:</b>	<b>Tipos de técnicas aplicadas:</b>	<b>Nº de Técnicas aplicadas:</b>	<b>Nº total de cambios: morfológicos/funcionales propuestos:</b>
A1	IVF	1	15
A2	CM	1	4
A3	S/AF	2	16
A4	IVF	1	10
A5	IVF	1	15
A6	S/B	2	5
A7	S	1	3
A8	AA	1	4
A9	AA	1	7
A10	IVF	1	6
A11	CM	1	4
A12	IVF	1	5
A13	CM	1	4
A14	AA	1	5
A15	IVF/CM	2	7
A16	AO/CM	2	4
A17	IVF	1	10
A18	S	1	3
A19	S	1	7
A20	AA/S/CM	3	4
A21	AA/S	2	5
A22	AA/S	2	5
A23	IVF	1	6
A24	AF/CM	2	5
A25	S/CM	2	5
A26	AA/CM	2	3
A27	S	1	5
A28	S	1	4
A29	S	1	7
A30	IVF	1	11
A31	S	1	5
A32	IVF	1	17
A33	IVF	1	4
A34	CM	1	4
A35	AA/S	2	4
A36	CM	1	4
A37	S	1	4
A38	CM/S	2	4
A39	CM	1	5
A40	B/C/S	3	6
A41	S	1	5
A42	AO	1	5
A43	C/B	2	4
A44	S	1	7
A45	CM	1	5

A46	CM	1	8
A47	IVF	1	5
A48	AA/CM	2	5
A49	S	1	5
A50	S	1	7
A51	S	1	5
A52	S	1	5
A53	AA/CM	2	5
A54	S	1	5
A55	AA/CM	2	5
A56	AA	1	5
A57	CM	1	7
A58	CM	1	6
A59	S	1	5
A60	S	1	4
A61	S	1	5
A62	S	1	3
$\Sigma$ :		<b>81</b>	<b>367</b>

Tabla 1. Resultados globales: participantes, técnicas utilizadas y cambios aportados. Fuente: elaboración propia.

De los cuatro participantes que aportan un mayor número de cambios (A32, A3, A1 y A5), tres de ellos utilizan una única técnica metodológica y son los que generan un mayor número de aportaciones originales de diseño (6,11 aportaciones en promedio), seguidos de los que aplican 2 técnicas (5,47) y, por último, de los que manejan 3 técnicas (5,00).

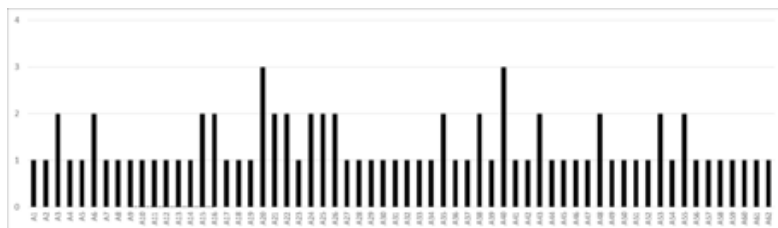


Figura 1. Número de técnicas diferentes utilizadas por cada uno de los 62 participantes. Fuente: elaboración propia.

En promedio, y considerando cifras globales, por cada técnica puesta en juego por los participantes se generan 4,53 alternativas de diseño.

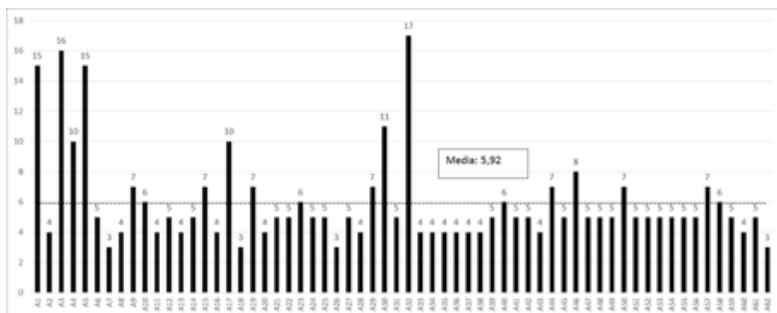


Figura 2. Modificaciones propuestas por cada uno de los 62 participantes en la investigación. Fuente: elaboración propia.

A nivel global, el promedio de aportaciones por participante es igual a 5,92. El 30,65% de los participantes (19) están superan la media de aportaciones, mientras que los 43 restantes (el 69,35%) se sitúan por debajo de la media (ver figura 2).

Observando la tabla 2, podemos ver que la gran mayoría de participantes (72,58%), aplica una única técnica de metodología del diseño. El segundo grupo más numeroso es el que utiliza 2 técnicas (24,19%).

Agrupación de participantes:	Número:	Total modificaciones aportadas:	Media de aportaciones por participante
Una única técnica:	45	275	6,11
Dos técnicas:	15	82	5,47
Tres técnicas:	2	10	5,00
$\Sigma$ :	62	367	5,92

Tabla 2. Resumen de datos por agrupación de participantes. Fuente: elaboración propia.



Por último, únicamente el 3,23% de los participantes hacen servir 3 técnicas. Curiosamente, ninguno de los participantes utiliza más de 3 técnicas.

<b>Técnica:</b>	<b>Frecuencia:</b>	<b>% s total:</b>
S: técnica SCAMPER.	27	33,33 %
CM: cuadros morfológicos.	20	24,69 %
IVF: inconsistencias visuales y funcionales.	13	16,05 %
AA: listado y análisis de atributos.	12	14,81 %
B: Brainstroming.	3	3,70 %
AO: árbol de objetivos.	2	2,47 %
AF: análisis funcional de sistemas.	2	2,47 %
C: cuestionarios y entrevistas.	2	2,47 %
Total:	<b>81</b>	<b>100,00 %</b>

Tabla 3. Porcentaje y frecuencia de las técnicas aplicadas. Fuente: elaboración propia.

En base a los datos recogidos en la tabla 3, podemos comprobar que la técnica más utilizada es la SCAMPER (un total de 27 participantes hacen uso de ella). Por el contrario, hay 3 técnicas que suscitan un interés mínimo: el árbol de objetivos, el análisis funcional y los cuestionarios y entrevistas.

Observando la tabla 4 vemos que la técnica SCAMPER, además de ser la más utilizada por los participantes (el 43,55% de ellos la pone en práctica), es la que ha permitido generar más alternativas de diseño (un total de 148, que representan el 31,83% del total de modificaciones propuestas).

Como segunda técnica globalmente más productiva, nos encontramos con las Inconsistencias Visuales y Funcionales (111 propuestas), a pesar de ser la tercera más adoptada por los participantes. De esta manera, la técnica de elaboración de Cuadros Morfológicos, que fue la segunda más optada, pasa a ser la tercera en cuanto a generación de cambios morfológicos y/o funcionales (98 propuestas).

Técnica:	Nº de cambios:	%	
S	148	31,83	S+IVF+CM+AA 414 cambios 89,03 % del total
IVF	111	23,87	
CM	98	21,08	
AA	57	12,26	
AF	21	4,52	AF+B+C+AO 51 cambios 10,97 % del total
B	15	3,23	
C	10	2,15	
AO	5	1,08	
<b>Total:</b>	<b>465</b>	<b>100,00</b>	

Tabla 4. Cambios y modificaciones generados gracias a cada una de las técnicas utilizadas. Fuente: elaboración propia.

A continuación, le sigue el Análisis de Atributos (57 propuestas) y el resto de técnicas ya con una menor incidencia.

También podemos ver que las 3 primeras técnicas generan el 89,03 % del total de alternativas de diseño, mientras que las 4 últimas, sólo implican el 10,97 % restante. Esto es muy importante de cara a priorizar una u otra técnica en el proceso de diseño conceptual.

Además, analizando la tabla 1, podemos ver que, de los 6 participantes más productivos (A32, A3, A5, A30, A17 y A4), cinco de ellos (A32, A5, A30, A17 y A4) aplican una única técnica metodológica y que, curiosamente, no es la técnica SCAMPER como cabría deducir por discusiones anteriores de los resultados obtenidos, sino el Análisis de Inconsistencias visuales y Funcionales (IVF).

Haciendo un paralelismo y tomando como referencia el sistema de clasificación por cuartiles, ampliamente adoptado para agrupar y catalogar trabajos de investigación (cuatro categorías de impacto), podemos agrupar a los participantes en función del número de modificaciones creativas que aportan individualmente.

Como ya hemos comentado, las propuestas creativas aportadas pueden catalogarse como morfológicas o funcionales.

Cuartil (Qi):	Rango de aportaciones individuales: (mín.: 3 y máx.: 17)	Número y porcentaje de participantes del cuartil:	Número y porcentaje aportaciones de diseño:
Q1	Entre 10 y 17	7 (11,29%)	94 (25,61%)
Q2	Entre 6 y 8	12 (19,35%)	81 (22,07%)
Q3	5	24 (38,71%)	24 (6,54%)
Q4	3 y 4	19 (30,65%)	72 (19,62%)
		<b>62(100%)</b>	<b>367 (100%)</b>

Tabla 5. Criterio de clasificación de los participantes en cuartiles, en base a su número de aportaciones individuales creativas. Fuente: elaboración propia.

De igual manera, las alternativas de diseño hacen relación a atributos del producto como la forma (métricas del producto), el color, los materiales, las texturas, los acabados superficiales, los accesorios, la usabilidad, las funciones principales y auxiliares (control de temperatura, dosificación, sujeción, intercambiabilidad, portabilidad, estética, etc.) y otros muchos que podríamos enumerar.

Como resultado final de la actividad, se obtuvieron 62 prototipos físicos y virtuales. En la figura 3 pueden observarse algunos de ellos. Su mayor o menor viabilidad se analiza en la etapa final de desarrollo del producto.



Figura 3. Algunos de los prototipos obtenidos en base a las mejoras de diseño aportadas. Fuente: elaboración propia.

#### **4. Conclusiones**

En relación a número y variedad de las técnicas metodológicas utilizadas, podemos inferir que la gran mayoría de participantes apuestan claramente por aplicar una única técnica metodológica de diseño.

De igual manera, se observa que la utilización de un mayor número de técnicas no implica, necesariamente, un mayor número de propuestas de cambios morfológicos/funcionales y que la técnica SCAMPER es la preferida por los participantes.

Por lo que respecta a la tipología de técnicas utilizadas y su contribución específica en el global de propuestas de diseño, se observa que la mitad de las técnicas utilizadas generan 9 de cada 10 propuestas de diseño. De nuevo vuelve a posicionarse la técnica SCAMPER como la más productiva.

Atendiendo a los participantes más prolíficos y el número y técnicas que utilizan, comprobamos que, en contra de lo que inicialmente pudiese parecer, aquellos que aplican una única técnica metodológica son los que generan un mayor número de aportaciones originales de diseño. Estos resultados nos podrían llegar a concluir, a falta de estudios más amplios, que es mejor centrarse en una única técnica de diseño con objeto de aumentar la productividad en el diseño.

En una siguiente fase de la investigación, se deberá profundizar en porqué los participantes seleccionan unas determinadas técnicas y no otras alternativas. Para ello, será necesario establecer una serie de premisas y variables a analizar y contrastar: finalidad y alcance de la técnica, facilidad de aplicación, rango de aplicabilidad.

## Referencias

- BRUTON, D. (2010). Learning creativity and design for innovation. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(3), 321–333. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9122-8>
- BUSER, J. K., BUSER, T. J., GLADDING, S. T., & WILKERSON, J. (2011). The Creative Counselor: Using the SCAMPER Model in Counselor Training. *Journal of Creativity in Mental Health*. <https://doi.org/10.1080/15401383.2011.631468>
- CANADIANS FOODGRAINS BANK (EDITOR). (2014). The Problem Tree. Retrieved from <http://www.foodgrainsbank.ca/uploads/tips/tips103.pdf>
- CHULVI, V., GONZÁLEZ-CRUZ, M. C., MULET, E., & AGUILAR-ZAMBRANO, J. (2013). Influence of the type of idea-generation method on the creativity of solutions. *Research in Engineering Design*, 24(1), 33–41. <https://doi.org/10.1007/s00163-012-0134-0>
- CRAWFORD, R. P. (1979). *Direct Creativity With Attribute Listing* (Paperback). Burlington, Vermont: Fraser Publishing Company.
- CURRY, T. (2014). A theoretical basis for recommending the use of design methodologies as teaching strategies in the design studio. *Design Studies*, 35(6), 632–646. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2014.04.003>
- DORST, K., & CROSS, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design Studies*, 22(5), 425–437. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00009-6)
- GARCÍA, M., CLOQUELL, V., & GÓMEZ, T. (2001). *Metodología del diseño industrial*. Editorial de la UPV. Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=o0xtC7yE7kYC&pgis=1>
- GILLHAM, B. (2000). Developing a questionnaire. Real world research. London: Continuum Books.
- HAMMOND, J. M., HARVEY, C. M., KOUBEK, R. J., COMPTON, W. D., & DARISIPUDI, A. (2005). Distributed collaborative design teams: Media effects on design processes. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 18(2), 145–165. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-20444398193&partnerID=40&md5=c8748ba42e4e311a140102ad3cc13fcd> [https://doi.org/10.1207/s15327590ijhc1802\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327590ijhc1802_2)
- HOYLE, C. J., & CHEN, W. (2009). Product attribute function deployment (PAFD) for decision-based conceptual design. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 56, 271–284. <https://doi.org/10.1109/TEM.2008.927787>

- JONES, J. C. (1992). *Design Methods*. (G. T. Houlsby & A. N. Schofield, Eds.) *Design* (Vol. 1). Wiley. <https://doi.org/10.1111/j.1476-8070.1990.tb00752.x>
- KAUFMAN, J. J. (2003). Building FAST Models Based on Issues of Concern. Retrieved October 10, 2014, from [http://www.value-eng.org/knowledge\\_bank/attachments/Kaufman Jerry Building FAST Models Based.pdf](http://www.value-eng.org/knowledge_bank/attachments/Kaufman%20Jerry%20Building%20FAST%20Models%20Based.pdf)
- KRISHNAN, V., & ULRICH, K. T. (2001). Product Development Decisions: A Review of the Literature. *Management Science*. <https://doi.org/10.1287/mnsc.47.1.1.10668>
- KROSNICK, J. A., & PRESSER, S. (2010). Question and Questionnaire Design. In *Handbook of Survey Research* (p. 886). Retrieved from <http://books.google.com/books?id=mMPDPXpTP-0C&pgis=1>
- LAWSON, B. (2006). *How designers think: the design process demystified*. LONDON ARCHITECTURAL PRESS (Vol. 3rd revise). London Architectural Press. <https://doi.org/10.1007/s11060-008-9735-x>
- LÓPEZ FORNIÉS, I., & BERGES MURO, L. F. (2012). Conceptual product design: biomimetic approach for functional improvement. *Dyna*. Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3824798&info=resumen&idioma=SPA>
- MALHOTRA, N. K. (2006). Questionnaire Design and Scale Development. In *The Handbook of Marketing Research* (pp. 176–202). <https://doi.org/10.4135/9781412973380>
- MCCONATHY, D. A. (1990). Theories of creativity. *The Journal of Biocommunication*, 17, 11–15. <https://doi.org/10.1080/10400419109534388>
- MDF (Editor). (2005). MDF Tool: Problem Tree Analysis. Retrieved from [http://www.toolkitsportdevelopment.org/html/resources/91/910EE48E-350A-47FB-953B-374221B375CE/03 Problem tree analysis.pdf](http://www.toolkitsportdevelopment.org/html/resources/91/910EE48E-350A-47FB-953B-374221B375CE/03%20Problem%20tree%20analysis.pdf)
- MILES, L. D. (1962). Value Analysis and engineering. Retrieved October 10, 2014, from <http://www.minds.wisconsin.edu/bitstream/handle/1793/5632/544.pdf?sequence=1>
- ODI (Editor). (2009). Planning tools: Problem Tree Analysis. Retrieved October 1, 2014, from <http://www.odi.org/publications/5258-problem-tree-analysis>
- OGOT, M. (2006). Systematic Creativity Methods in Engineering Education: A Learning Styles Perspective. *International Journal of Engineering Education*, 22, 566–576. Retrieved from [http://apps.isiknowledge.com/full\\_record.do?](http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?)

- product=WOS&search\_mode=GeneralSearch&qid=4&SID=3BL3acf81  
OckoHjp4Ml&page=1&doc=1
- OMAN, S., & TUMER, I. Y. (2009). The Potential of Creativity Metrics for Mechanical Engineering Concept Design. In *International Conference on Engineering Design* (pp. 145–156).
- OSBORN, A. F. (1963). *Applied Imagination: Principles and procedures of creative problem solving*. Oxford. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1954-05646-000>
- PURCELL, P. (1981). How designers think. *Design Studies*. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(81\)90033-8](https://doi.org/10.1016/0142-694X(81)90033-8)
- RITCHEY, T. (1998). General Morphological Analysis.
- RITCHLEY, T. (2006). Problem structuring using computer-aided morphological analysis. *Journal of the Operational Research Society* (JORS), 57(7), 792–801. Retrieved from <http://www.swemorph.com/pdf/psm-gma.pdf> <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602177>
- SARKAR, P., & CHAKRABARTI, A. (2011). Assessing design creativity. *Design Studies*, 32, 348–383. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.01.002>
- SMOLENSKY, E. D., & KLEINER, B. H. (1995). How to train people to think more creatively. *Management Development Review*. <https://doi.org/10.1108/09622519510104663>
- SSWM (Editor). (2014). Sustainable sanitation and water management. Retrieved from <http://www.sswm.info/category/planning-process-tools/decision-making/decision-making-tools/situation-and-problem-analysis-0>
- STERNBERG, R. J., & LUBART, T. I. (1993). Investing in Creativity. *Psychological Inquiry*. [https://doi.org/10.1207/s15327965pli0403\\_16](https://doi.org/10.1207/s15327965pli0403_16)
- TORRANCE, E. P. (1972). Can we teach children to think creatively? *The Journal of Creative Behavior*, Vol 6, 114–143. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1972.tb00923.x>
- ULRICH, K. T., & EPPINGER, S. D. (1995). *Product Design and Development*. *Product Design and Development* (Vol. 384). <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-8985-4.00002-4>
- ULRICH, K. T., & EPPINGER, S. D. (2012). *Product Design and Development*. *Product Design and Development* (Vol. 384). <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-8985-4.00002-4>
- WISSEMA, J. G. (1976). Morphological analysis: Its application to a company TF investigation. *Futures*, 8(2), 146–153. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(76\)90064-1](https://doi.org/10.1016/0016-3287(76)90064-1)
- WIXSON, J. R., & CVS, C. M. E. (1999). Function analysis and decomposition using function analysis systems technique. In *Proceedings of the International Council on Systems Engineering Annual Conference, INCOSE*,

*June* (pp. 6–10). Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.127.4279&\nrep=rep1&\nntype=pdf>

YUSOFF ABBAS, M., IBRAHIM BAJUNID, A. F., ZAINOL, A. S., YUSOF, W. Z. M., MASTOR, K. A., SANUSI, Z. M., & RAMLI, N. M. (2012). Using Group Brainstorming in Industrial Design Context: Factors Inhibit and Exhibit. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *49*, 106–119.

Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812031060> <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.07.010>

ZWICKY, F., & WILSON, A. G. (Eds.). (1967). *New Methods of Thought and Procedure*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-87617-2>