

09-012

GUIDED BRAINSTORMING USING TRIZ10. APPLICATION IN DESIGN ENGINEERING STUDENTS.

Cano Moreno, Juan David (1); Arenas Reina, José Manuel (1); Sánchez Martínez, Francisca Victoria (1); Islán Marcos, Manuel Enrique (1)

(1) Universidad Politécnica de Madrid

TRIZ is a Russian acronym that can be translated as “Theory for Inventive Problem Solving”. TRIZ10 is an approach using the inventive principles of TRIZ after a probabilistic analysis of Genrich Altshuller's classical contradiction matrix. This approach establishes that with only the use of 10 of the 40 original inventive principles, more than 50% of the inventive problems that can be proposed through this matrix of contradictions can be solved. SCAMPER is an example of a creativity technique where brainstorming is also guided through 7 transformations. In this article, the use of these 10 inventive principles is proposed as a new way to guide brainstorming that, given its technical origin in TRIZ, is very suitable for teaching and use in engineering design. After publishing its effectiveness in solving problems, the results of its use are now shown as a guide in brainstorming sessions carried out by students of the subject “Design and Creativity Methodology”, oriented to the redesign of simple objects such as a hanger or a food-carrying container.

Keywords: Creativity; TRIZ10; Brainstorming; design engineering.

LLUVIA DE IDEAS GUIADA USANDO TRIZ10. APLICACIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE DISEÑO

TRIZ es un acrónimo ruso que puede traducirse como “Teoría para la resolución de problemas inventivos”. TRIZ10 es un enfoque de uso de los principios inventivos de TRIZ después de un análisis probabilístico de la matriz de contradicciones clásica de Genrich Altshuller. Este enfoque establece que con solo el uso de 10 de los 40 principios inventivos originales pueden llegar a resolverse más del 50% de los problemas inventivos que pueden proponerse a través de esta matriz de contradicciones. SCAMPER es un ejemplo de una técnica de creatividad donde también se guían las lluvias de ideas a través de 7 transformaciones. En este artículo se propone el uso de estos 10 principios inventivos como una nueva forma de guiar una lluvia de ideas que, dado su origen técnico en TRIZ, es muy adecuada para su docencia y uso en ingeniería de diseño. Después de publicar su eficacia para resolver problemas, ahora, se muestran los resultados de su uso como guía en sesiones de lluvias de ideas llevadas a cabo por estudiantes de la asignatura de “Metodología de Diseño y Creatividad”, orientadas al rediseño de objetos simples como una percha o un recipiente portador de alimentos.

Palabras clave: Creatividad; TRIZ; TRIZ10; Lluvia de ideas; ingeniería de diseño; creatividad.

Correspondencia: Dr. Juan David Cano-Moreno. Correo: juandavid.cano@upm.es

Agradecimientos: A tod@s los alumn@s de la asignatura "Metodología del diseño y la creatividad" del curso 2020-2021.



©2022 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

Las soluciones creativas e innovadoras actuales necesitan ser competitivas para llegar a tener éxito, es decir, ser comercializadas (innovadoras). Para ello, es necesario capacitar a los estudiantes de ingeniería en el uso de herramientas que les ayuden a acelerar el proceso de resolución de problemas técnicos de forma creativa (Turner, 2009; Belski, 2015; Bourgeois-Bougrine et al., 2017; Corazza and Agnoli, 2018; Ranjan et al., 2018; Bozkurt Altan and Tan, 2020). Cada vez más se usan técnicas de creatividad que ayudan a romper la inercia psicológica que posee ser humano.

En el diseño de ingeniería ya se han utilizado diferentes técnicas y enfoques de creatividad (Lee et al. 2019; Litcanu et al. 2015; Sancibrian et al. 2019; Thompson y Lordan 1999; Wu y Wu 2020) para explorar el espacio de soluciones de diseño (S. Daly et al. 2012). La lluvia de ideas comienza desde un estado en blanco y proporciona reglas muy generales: sugiera tantas ideas como sea posible, evite evaluar mientras genera y desarrolle otras ideas. Otras técnicas guían el proceso de generación de ideas a partir de diferentes enfoques, pero con un objetivo común, que es romper la inercia psicológica. Un ejemplo de este tipo de lluvia de ideas guiada puede ser la técnica SCAMPER (Thompson y Lordan 1999) dónde se sugieren 7 transformaciones a conceptos existentes (Sustituir, combinar, adaptar, modificar, poner a otros fines, eliminar y reorganizar).

Entre las técnicas de creatividad más conocidas y aplicadas para resolver problemas en ingeniería, está TRIZ (Park et al., 2013; Arcidiacono and Bucciarelli, 2016), que es un acrónimo ruso que puede traducirse como "Teoría de la resolución de los problemas inventivos". Sin embargo, existen diversos estudios que argumentan la dificultad de su aprendizaje, como indican Ilevbare et al. (Ilevbare et al., 2013) en una revisión de fortalezas y retos de TRIZ.

TRIZ10, técnica enfocada en sus orígenes a explicar un TRIZ simplificado, ha presentado buenos resultados en su aplicación a la resolución de problemas entre estudiantes de ingeniería (Cano-Moreno et al., 2021). Se propone ahora el uso de los principios de TRIZ10 como guía para el rediseño en ingeniería, como una nueva guía para romper la inercia psicológica durante una lluvia de ideas. Este rediseño se diferencia de la búsqueda de soluciones en que el objetivo está en aumentar las funcionalidades de productos o servicios ya existentes.

El principal *objetivo* de este trabajo consiste en "*valorar la idoneidad del uso de los principios de TRIZ10 para el rediseño y aumento de funcionalidades de productos existentes*". Aunque muchas veces nos enfrentamos a solucionar problemas existentes no solucionados o mal solucionados, existe una elevada y creciente competencia en el mundo del diseño de producto. Las mejoras de productos existentes y aumento de funcionalidades pretenden ser una herramienta que den un valor añadido a nuestros estudiantes de cara a su futuro laboral.

Para una primera valoración de esta propuesta se van a analizar las ideas propuestas por estudiantes de ingeniería de diseño de rediseño de dos productos ya existentes: un recipiente para transportar comida (tupperware) y una percha de ropa.

2. Metodología

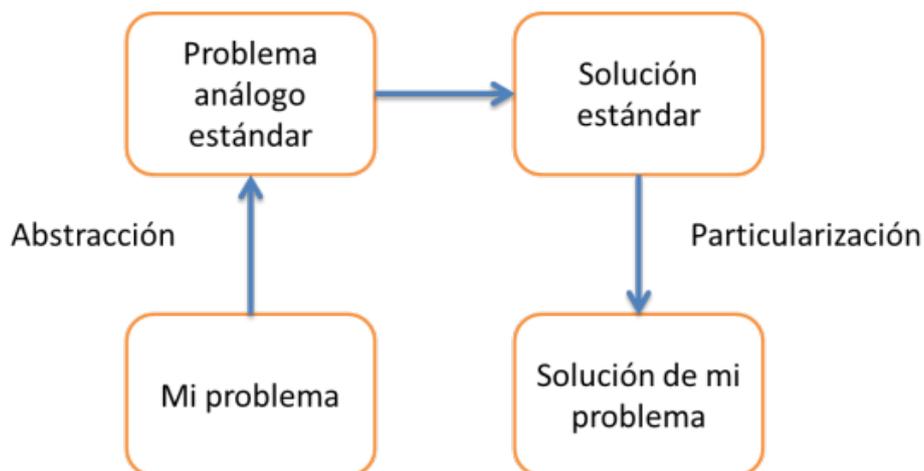
En este apartado se describirá la metodología propuesta para el guiado de una sesión de lluvia de ideas basada en los 10 principios inventivos de TRIZ10. En primer lugar, se explicará

el conocimiento básico de TRIZ10 para después explicar los fundamentos metodológicos de esta nueva propuesta de lluvia de ideas, también conocida por Brainstorming.

2.1 Descripción básica de TRIZ10

TRIZ10(Cano-Moreno and Cabanellas Becerra, 2018a, p. 10) es una técnica de creatividad derivada de los principios inventivos de TRIZ después de un análisis probabilístico(Cano-Moreno and Cabanellas Becerra, 2018b) de la matriz de contradicciones clásica de Genrich Altshuller. TRIZ (Altshuller, 2002)es un acrónimo ruso que puede traducirse como “Teoría para la resolución de problemas inventivos” . Esta teoría se basa en el análisis de un gran número de patentes de las que se extractaron una serie de problemas estándar (contradicciones técnicas) que se resolvían aplicando soluciones estándar (principios inventivos). La matriz de contradicciones clásica contiene la sugerencia de soluciones estándar para cada combinación de problemas o, también denominados, contradicciones técnicas (al mejorar el parámetro A, empeora el B). Esta matriz tiene 39 filas y 39 columnas con los 39 parámetros identificados por Altshuller. En la fila i se sitúa el parámetro que mejora y en la columna j el que empeora. En la casilla (i, j) se sugieren hasta 4 principios (soluciones estándar) para resolver mi problema inicial. La siguiente figura muestra el funcionamiento de esta matriz de contradicciones.

Figura 1: Esquema de funcionamiento de la matriz de contradicciones de TRIZ



TRIZ10 nace de seleccionar los 10 principios inventivos que es más probable que se sugieran en la matriz de contradicciones. Estos 10 principios son los sugeridos por la matriz de contradicciones para un problema elegido al azar, con una probabilidad mayor del 50%. Estos 10 principios son los siguientes:

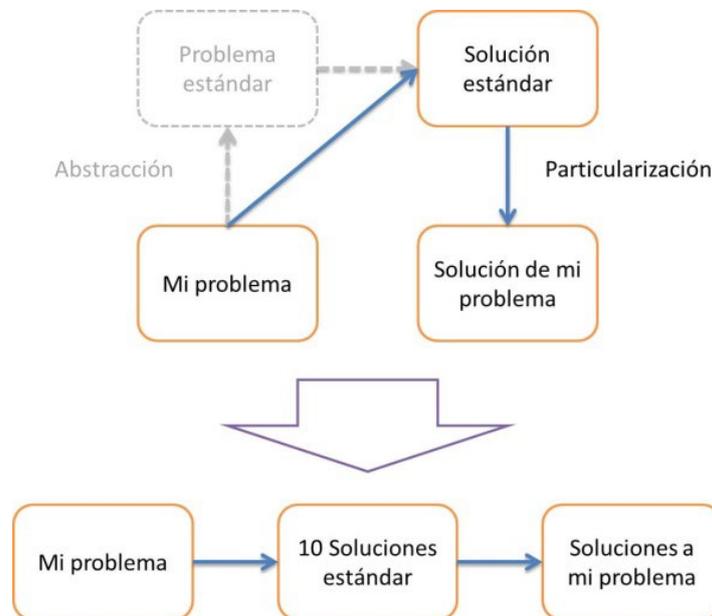
- **Cambios de parámetros**, cambio de estado físico, concentración, temperatura...
- **Acción preliminar**, hacerlo antes.
- **Segmentación**, dividir objeto en partes independientes, hacerlo desmontable, aumentar el grado de fragmentación del mismo.
- **Quitar**, la parte que interfiere.
- **Sustitución mecánica**: reemplazar medios mecánicos por sensores, empleo de campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos, etc.
- **Acción periódica**, paso a acción periódica, cambio de frecuencia si ya es periódica, etc.

- **Cambio de Color**, cambio de color o de nivel de transparencia de un objeto o de su ambiente externo. Uso de aditivo coloreado para visibilizar algo que cuesta ver.
- **Dinamismo**. Adaptabilidad del objeto, movimientos relativos, paso de rígido a flexible o adaptable, etc.
- **Copiar**, sustituir objeto por copias más baratas y simples, uso de copias ópticas, en infrarrojo o ultravioleta.
- **Vibraciones mecánicas**: hacer vibrar un objeto, cambio de frecuencia, empleo de vibradores piezoeléctricos en lugar de mecánicos, etc.

2.2 Sesiones de lluvia de ideas basadas en TRIZ10

Para la integración de TRIZ10 como guía o catalizador de una lluvia de ideas ante un problema particular se propone el siguiente cambio en el esquema clásico de funcionamiento de la matriz de contradicciones mostrado anteriormente, obteniendo el esquema mostrado en la Figura 2.

Figura 2: Esquema de funcionamiento de TRIZ10 en sesiones de brainstorming



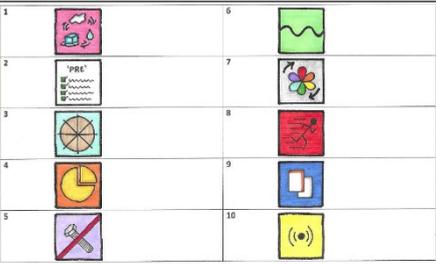
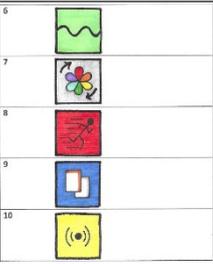
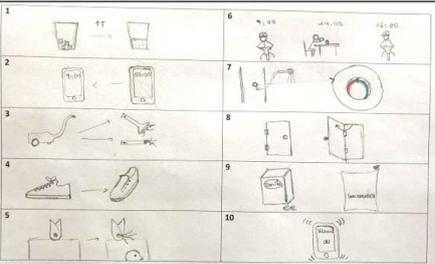
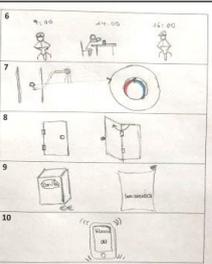
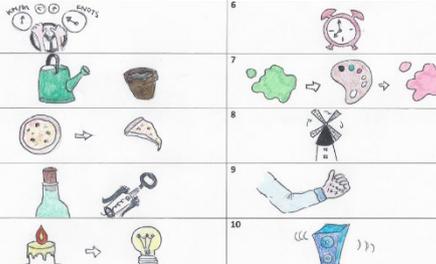
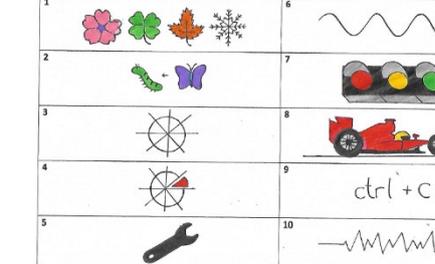
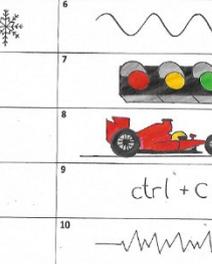
Con este esquema se pueden aplicar los 10 principios más probables de la matriz de contradicciones sin llegar a formular el problema estándar, eliminando esa fase. Esto simplifica mucho el inicio en TRIZ, disminuyendo la complejidad y los tiempos de aprendizaje, que son una barrera (Ilevbare et al., 2013).

Sin embargo, la esencia de TRIZ, el uso de soluciones estándar, no se pierde. Ya que se siguen aplicando las 10 soluciones estándar o principios inventivos que, con mayor probabilidad nos hubiera sugerido la matriz clásica de contradicciones. La diferencia radica en que tenemos 10 sugerencias en lugar de 4. Por esto, puede considerarse un método de generación de ideas por fuerza bruta, siendo estos 10 principios y sus combinaciones, las herramientas empleadas.

Antes de generar ideas basadas en estos principios, los alumnos deben entender perfectamente qué significa cada uno de ellos. Para su mejor aprendizaje, después de la explicación teórica, cada alumno generó un mapa visual que representara a cada uno de los

principios de TRIZ10. Este mapa se recomienda usar siempre a nivel individual, cada alumno su mapa, durante cualquier sesión de generación de ideas, ya sea individual o grupal. En la siguiente figura se muestran alguno de los realizados por estudiantes.

Tabla 1: Ejemplos de mapas visuales de TRIZ10

1. Cambio de parámetros	2. Acción preliminar	3. Segmentación	4. Quitar	5. Sustitución mecánica
6. Acción periódica	7. Cambio de Color	8. Dinamismo	9. Copiar	10. Vibraciones mecánicas
				
				

Esta técnica se ha empleado con estudiantes de ingeniería de diseño para actividades individuales y grupales. Este artículo se centra en una de las actividades trabajadas en la asignatura de “Metodología del diseño y la creatividad” asociadas al aprendizaje TRIZ10. Esta actividad consiste en la generación de ideas individuales basadas en los principios de TRIZ10 y que estén relacionadas con la búsqueda de nuevas funciones asociadas a objetos existentes conocidos.

En el curso académico 2018-2019 el objeto de partida para esta actividad fue un tupperware (recipiente para transportar comida) y, en el curso 2019-2020, ha sido una percha de colgar ropa. Cada alumno debía generar al menos 10 ideas nuevas relacionadas con ese objeto e identificar el principio o principios de TRIZ10 que habían inspirado ese diseño. Para recopilar estas ideas y su relación con TRIZ10, cada alumno rellenó un formulario como el mostrado en la Tabla 2. Si durante la lluvia de ideas surgía alguna no basada a priori en los principios inventivos de TRIZ10, se apuntaba igualmente, poniendo una “x” en “*”. Los alumnos también hicieron 3 bocetos de las ideas que más les gustaron.

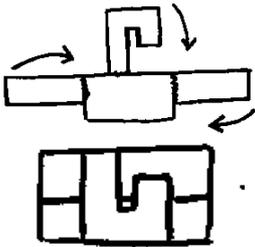
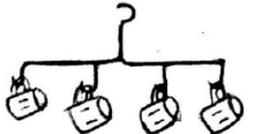
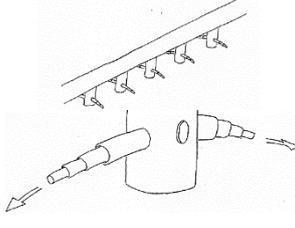
Tabla 2: Formulario de generación de ideas basadas en TRIZ10

Nº	IDEA (título)	PRINCIPIOS EMPLEADOS										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	*
1												
2												
...	...											
9												
10												

3. Resultados

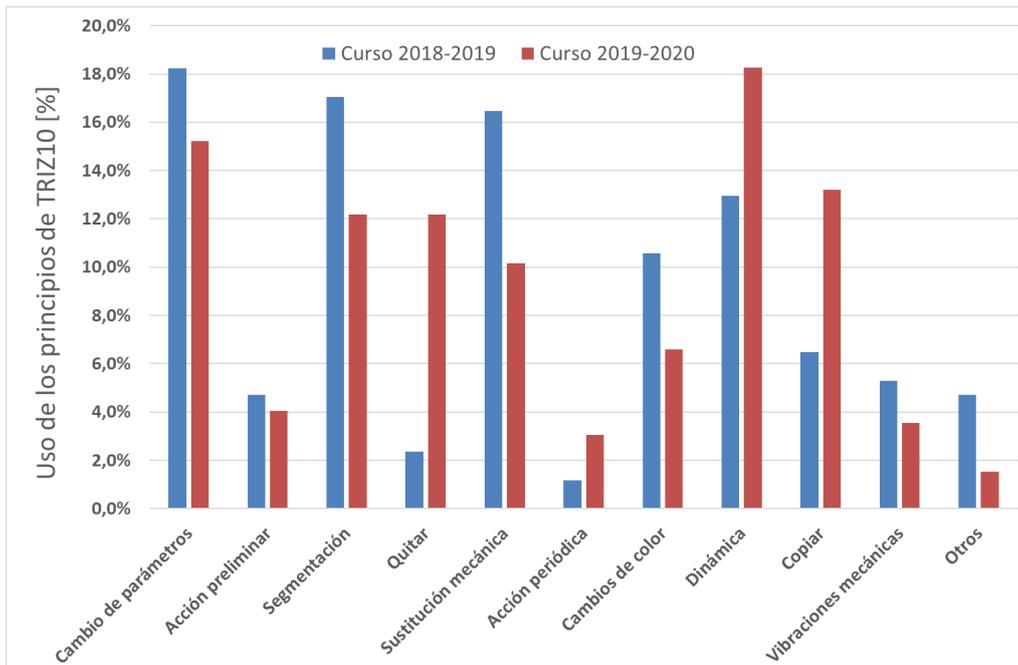
En la Tabla 3 se muestran a modo de ejemplo algunas ideas y los principios inventivos subyacentes de TRIZ10 que han llevado a pensar en dicha solución. Como puede observarse, la mayoría de las ideas generadas en esta lluvia de ideas se basa en más de un principio de TRIZ10. Otros ejemplos, relacionados con recipientes de comida fueron expuestos con anterioridad (Cano-Moreno et al., 2021).

Tabla 3: Ideas ejemplo para el rediseño de una percha de la ropa basado en TRIZ10

Nº	IDEA (boceto)	Descripción y principios de TRIZ10
1		Percha transformable. <ul style="list-style-type: none"> • 3, segmentación • 8, dinamismo
2		Percha para colgar tazas o jarras. <ul style="list-style-type: none"> • 3, segmentación • 5, acción periódica
3		Percha previamente instalada en el armario. La base superior contiene dos varillas telescópicas. <ul style="list-style-type: none"> • 4, quitar • 5, acción periódica • 8, dinamismo
4		Percha facilitar planchado. <ul style="list-style-type: none"> • 2, acción preliminar • 8, dinamismo
5		Percha con identificador electrónico, para poder programar previamente qué ropa seleccionar para un día, y que el ropero te indique qué prenda coger mediante vibración <ul style="list-style-type: none"> • 5, sustitución mecánica • 6, acción periódica • 10, vibraciones mecánicas

En una publicación previa (Cano-Moreno et al., 2021) se mostró la eficacia de TRIZ10 para la resolución de problemas, ahora se resalta la utilidad de los resultados obtenidos en dos actividades que se emplearon como parte de la formación de TRIZ10. Es decir, se estudian estas actividades como herramientas independientes, útiles por sí mismas para el desarrollo de potenciales lluvias de ideas orientadas al rediseño de un producto existente, una forma nueva de romper la inercia psicológica siguiendo este propósito.

Figura 3: Porcentaje de uso de cada uno de los principios de TRIZ10



En la Figura 3 se muestran los porcentajes de uso de cada uno de los principios inventivos. Si bien, los principios con un uso más bajo en el año 2018-2019 se trató de que los estudiantes los entendieran mejor por si esta era la causa de no usarlos. Sin embargo, existen tres principios que no llegan a usarse mucho en ninguno de los dos casos y se tendrán en cuenta para ahondar aún más en su entendimiento por parte de los estudiantes: Acción preliminar (2), Acción periódica (6) y Vibraciones mecánicas (10).

Por otro lado, mientras están usando los principios de TRIZ10, los alumnos obtuvieron casi todas las ideas nuevas de estos principios y, en muy pocos casos, no pudieron clasificarlas dentro de ellos, algo que muestra la eficacia del uso de TRIZ10 como guía para una lluvia de ideas.

Otro resultado, es el valor de la desviación típica del porcentaje de uso de los principios de TRIZ10. Se observó que un valor del 6.7% en el primer curso (2018-2019) y de un 5.4% en el segundo (2019-2020). El uso de "Otros principios" se dividió por tres pasando del 4.7% al 1.5%. Estos datos indican que se logró un uso más igualitario de los principios inventivos de TRIZ10 en los estudiantes del segundo curso, además una mejora en su entendimiento por enmarcar un porcentaje mayor de ideas dentro de ellos.

4. Conclusiones

En este artículo se ha expuesto el uso de los principios inventivos de TRIZ10 como guía para usarse en una lluvia de ideas orientada al rediseño de productos existentes y búsqueda de nuevas funcionalidades de los mismos. Esta lluvia de ideas orientada, se ha aplicado a dos productos cotidianos como son las perchas de la ropa y los recipientes de comida.

Los resultados muestran que los estudiantes son capaces de generar ideas de mejora o aumento de la funcionalidad de un producto basándose en estos 10 principios inventivos. Las soluciones de los alumnos muestran un alto grado de novedad en las ideas generadas con

estos principios y sus combinaciones, lo que hace que su uso esté recomendado para lograr los objetivos iniciales de rediseño y aumento de funcionalidades de productos existentes.

Además, la evolución del uso de los principios de TRIZ10 durante dos cursos consecutivos sugieren una mejora en su entendimiento por parte de los estudiantes. En un futuro, se pretenden realizar estudios más amplios para poder comparar la novedad y la fluencia entre una lluvia de ideas sin guiar y otra guiada con TRIZ10.

5. Referencias

- Altshuller, G., 2002. 40 Principles: TRIZ Keys to Innovation. Technical Innovation Center, Inc.
- Arcidiacono, G., Bucciarelli, L., 2016. TRIZ: Engineering Methodologies to Improve the Process Reliability. *Quality and Reliability Engineering International* 32 7 , 2537–2547. doi:10.1002/qre.1955
- Belski, I., 2015. TRIZ Education: Victories, Defeats and Challenges. *Educational Technologies (Russian: Образовательные технологии)* 83–92.
- Bourgeois-Bougrine, S., Buisine, S., Vandendriessche, C., Glaveanu, V., Lubart, T., 2017. Engineering students' use of creativity and development tools in conceptual product design: What, when and how? *Thinking Skills and Creativity* 24, 104–117. doi:10.1016/j.tsc.2017.02.016
- Bozkurt Altan, E., Tan, S., 2020. Concepts of creativity in design based learning in STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*. doi:10.1007/s10798-020-09569-y
- Cano-Moreno, J.D., Arenas Reina, J.M., Sánchez Martínez, F.V., Cabanellas Becerra, J.M., 2021. Using TRIZ10 for enhancing creativity in engineering design education. *International Journal of Technology and Design Education*. doi:10.1007/s10798-021-09704-3
- Cano-Moreno, J.D., Cabanellas Becerra, J.M., 2018a. TRIZ10. The decalogue of technical creativity. *DYNA* 93 6 , 586. doi:DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8997>
- Cano-Moreno, J.D., Cabanellas Becerra, J.M., 2018b. TRIZ: Probabilistic approach for solving technical problems. *DYNA Management*, Enero-Diciembre 2018 6 1 , 9p. doi:<http://dx.doi.org/10.6036/8990>
- Corazza, G.E., Agnoli, S., 2018. The Creative Process in Science and Engineering, in: Lubart, T. (Ed.), *The Creative Process: Perspectives from Multiple Domains*, Palgrave Studies in Creativity and Culture. Palgrave Macmillan UK, London, pp. 155–180. doi:10.1057/978-1-137-50563-7_6
- Ilevbare, I.M., Probert, D., Phaal, R., 2013. A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. *Technovation* 33 2 , 30–37. doi:10.1016/j.technovation.2012.11.003
- Park, H., Ree, J.J., Kim, K., 2013. Identification of promising patents for technology transfers using TRIZ evolution trends. *Expert Systems with Applications* 40 2 , 736–743. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.08.008>
- Ranjan, B.S.C., Siddharth, L., Chakrabarti, A., 2018. A systematic approach to assessing novelty, requirement satisfaction, and creativity. *AI EDAM* 32 4 , 390–414. doi:10.1017/S0890060418000148
- Turner, S., 2009. ASIT—a problem solving strategy for education and eco-friendly sustainable design. *Int J Technol Des Educ* 19 2 , 221–235. doi:10.1007/s10798-008-9080-6

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

