

Artículo de Investigación

# La fijación en la ideación de nuevos productos

## Fixation on the ideation of new products

Claudia Ximena Ayora Piedrahita: Universidad de San Buenaventura, Colombia.  
[cayora@usbcali.edu.co](mailto:cayora@usbcali.edu.co)

Fecha de Recepción: 11/06/2024

Fecha de Aceptación: 28/11/2024

Fecha de Publicación: 23/01/2025

### Cómo citar el artículo

Ayora Piedrahita, C. (2025). La fijación en la ideación de nuevos [Fixation on the ideation of new products]. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 01-17.  
<https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1162>

### Resumen

**Introducción:** La innovación requiere de ideas novedosas, lo cual se ve afectado por la fijación. Los ingenieros industriales son agentes de innovación y es relevante identificar aspectos, que incorporados a su formación profesional permitan fortalecer sus competencias creativas. El estudio busca identificar fuentes de fijación durante la ideación, así como estímulos que puedan reducirla. **Metodología:** Se realiza un comparativo de las competencias creativas de 28 estudiantes de semestres inferiores y superiores de ingeniería industrial. Se aplica AUT y RAT como herramientas de medición. Se realiza un análisis del impacto de estímulos generados por métodos de ideación: tormenta de ideas, diseño por heurísticas y pensamiento analógico. **Resultados:** Se observa un incremento en la cantidad, fluidez y variedad del grupo con entrenamiento en procesos convergentes y divergentes, al igual que una reducción en la fijación a partir del uso de estímulos en la fase de ideación. **Discusión:** El entrenamiento con AUT evidencia un incremento en la cantidad, fluidez y variedad. La aplicación de estímulos como pensamiento analógico y diseño por heurísticas reducen la fijación. **Conclusiones:** El entrenamiento en pensamiento divergente, asociativo y convergente, la interacción social y la motivación mejoran la cantidad, fluidez y novedad de las ideas reduciendo la fijación.

**Palabras clave:** fijación; creatividad; ideación; estímulos; inhibidores; heurísticas diseño; pensamiento analógico; ingeniería industrial.

## Abstract

**Introduction:** Innovation requires novel ideas, which is affected by fixation. Industrial engineers are agents of innovation and it is relevant to identify aspects that, incorporated into their professional training, allow them to strengthen their creative skills. The study seeks to identify sources of fixation during ideation, as well as stimuli that can reduce it. **Methodology:** A comparison of the creative skills of 28 students from lower and upper semesters of industrial engineering is made. AUT and RAT are applied as measurement tools. An analysis of the impact of stimuli generated by ideation methods is carried out: brainstorming, design by heuristics and analogical thinking. **Results:** An increase in the quantity, fluidity and variety of the group was observed with training in convergent and divergent processes, as well as a reduction in fixation from the use of stimuli in the ideation phase. **Discussions:** AUT training shows an increase in quantity, fluency and variety. The application of stimuli as analog thinking and design by heuristics reduces fixation. **Conclusions:** Training in divergent, associative and convergent thinking, social interaction and motivation improve the quantity, fluency and novelty of ideas by reducing fixation.

**Keywords:** fixation; creativity; ideation; stimuli; inhibitors; design heuristics; analogical thinking; industrial engineering.

## 1. Introducción

La innovación es un factor fundamental en el crecimiento de la economía de los países y en las estrategias dinamizadoras de la productividad (Bong y Park, 2024). El lanzamiento de nuevos productos, la creación de nuevos negocios y la sofisticación de los procesos, tienen un alto impacto en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades y la sostenibilidad de las empresas. Colombia, por su parte, alcanza un bajo nivel de desarrollo en capacidades de innovación respecto a otros países. El 70,6% de las empresas son catalogadas como no innovadoras, ubicando a Colombia en el puesto 63 entre 132 países según el índice de innovación global y el puesto 70 en productos de innovación (World Intellectual Property Organization (WIPO), 2023).

Es por esta razón que estrategias gubernamentales se orientan al fortalecimiento de las competencias orientadas a la sofisticación, diversificación e incremento de valor en los aparatos productivos. En este contexto la formación de profesionales que aporten al desarrollo innovador cobra especial relevancia, tanto para la creación de nuevos negocios, como para la generación de nuevos productos y cambios en los sistemas productivos. Es por esto, que los programas académicos realizan esfuerzos constantes por mejorar las competencias en innovación de los estudiantes, en este caso de ingeniería industrial con el fin de prepararse para los retos presentes y futuros como la industria 4.0 (Treviño-Elizondo y García-Reyes, 2022).

La innovación requiere de la generación de ideas creativas, es decir ideas novedosas capaces de resolver problemas en la mayoría de los casos complejos y definidos en forma insuficiente (Gonçalves *et al.*, 2016), que permitan agregar valor a un producto, satisfacer la necesidad de un cliente o solucionar un problema (Fox y Smith, 2023). Sin embargo, la tasa de éxito para el desarrollo de nuevos productos es muy baja variando entre el 17% y el 51% (Knudsen *et al.*, 2023), el cual puede estar afectado por tres aspectos:

- (1) el efecto de la fijación, el cual restringe la generación de ideas originales,
- (2) el temor a explorar entornos o dominios desconocidos y
- (3) la inhibición, la cual sesga la selección de información para la generación y selección ideas creativas (Rampa y Agogué, 2021).

La fijación, es un proceso inconsciente en el cual la persona mentalmente se restringe a los conceptos y conocimientos que posee en el momento de generar y aceptar nuevas ideas (Wu *et al.*, 2023). Se da en los diseñadores cuando supeditan la producción creativa a situaciones o características de productos similares y se cree que afecta principalmente las primeras etapas del proceso. Restringe tanto la definición del espacio problémico, como la generación de posibles soluciones, aunque también se evidencia durante la etapa de evaluación (Youmans y Arciszewski, 2014). Es uno de los principales sesgos cognitivos y se presenta cuando la generación de ideas se realiza sobre una misma base de conocimientos o de experiencias muy limitada.

Durante la generación de ideas, la fijación se evidencia en la propuesta de muchas alternativas similares y poco novedosas, mientras que, en la etapa de evaluación, se representa en el uso de un solo marco de razonamiento alrededor del concepto original y se reduce la idea propuesta a la interpretación dada según las experiencias pasadas (Boudier *et al.*, 2023). La fijación genera un alto desgaste en el proceso de ideación, entrando en ciclos repetitivos e ineficaces. Es muy difícil de superar por voluntad de la persona y se incrementa ante la exposición a soluciones preexistentes o ante la fijación del conocimiento. La teoría de los procesos irónicos explica que entre mayor sea el esfuerzo que realice una persona por deshacerse de un pensamiento, más permanecerá éste, por lo cual se hace necesaria la búsqueda de estímulos que reduzcan las repuestas espontáneas y permitan romper asociaciones preexistentes (Wu *et al.*, 2023).

Se han realizado propuestas encaminadas a reducir la fijación en las diferentes etapas del proceso, lo cual es conocido como estímulos y tienen un impacto positivo en la fluidez o en la capacidad que tienen las personas de generar ideas novedosas (Goucher-Lambert *et al.*, 2019). Se entiende por estímulo la información percibida y comprendida por el diseñador que genera una reacción en él. La Búsqueda de estímulos está presente a lo largo de todo el proceso creativo y está acompañado de una decisión respecto a la forma de buscarlos y de seleccionarlos. Si bien hay estudios sobre el impacto de los estímulos en la generación de ideas, falta aún más información sobre la forma de seleccionarlos, especialmente en la etapa temprana, lo cual cambia la dirección y los resultados del proceso creativo, generando una alta carga cognitiva en los diseñadores (Gonçalves *et al.*, 2016).

La generación de ideas nuevas y creativas requiere de estímulos relevantes externos e internos que faciliten el proceso de encuadre del problema y generación de soluciones (Kwon *et al.*, 2023), los cuales pueden ser una fuente importante de inspiración, pero también de fijación, cuando los diseñadores se centran en aspectos específicos del diseño, objeto o tareas (Kwon *et al.*, 2023). El proceso de inspiración o estimulación consta de tres etapas: definición de palabras claves, búsqueda de estímulos y selección de estímulos. La definición de palabras claves es determinante en el proceso. La mayoría de las veces se realiza en forma intuitiva y está limitada por el conocimiento y los sesgos generados por los inhibidores de la persona (Gonçalves *et al.*, 2016) o la función de inhibición.

La inhibición es el proceso mediante el cual se suprime el procesamiento o expresión de información que afectaría el cumplimiento de la meta (Radel *et al.*, 2015). Frena las acciones irrelevantes y limita el contenido a información importante para el procesamiento cognitivo (Khalil *et al.*, 2019). Cuando la inhibición, como control es ineficiente, una gama más amplia de información penetra en la memoria de trabajo provocando la aparición de menos pensamientos relevantes. Bajos niveles de inhibición sugieren altos niveles de creatividad. Los estudios que nos presentan sugieren que la generación de ideas depende en parte de la actividad de los mecanismos de control inhibitorio, por lo tanto, la falta de recursos para la inhibición podría conducir a la facilitación de la frecuencia y la novedad u originalidad de los pensamientos. En consecuencia, los procesos de generación de ideas se benefician de un agotamiento de los recursos para la inhibición (Khalil *et al.*, 2019). Se considera muy importante tener un equilibrio entre la inhibición y la desinhibición. Cuando la inhibición control es ineficiente, una gama más amplia de información entra al proceso, por el contrario, cuando es demasiado alta, genera sesgos y limita la originalidad.

Una de las herramientas utilizadas para promover el pensamiento divergente es la conocida como AUT (Tarea de usos alternativos) (Wu *et al.*, 2023), la cual implica generar usos no convencionales para un objetivo común. Esta técnica se puede manejar a partir de texto sin estímulos visuales y no sólo mejora la fluidez cognitiva sino también la flexibilidad. Se distinguen dos tipos de asociaciones: las intuitivas que son respuestas directas menos novedosas y las basadas en la memoria que promueve búsqueda de instancias entre diferentes áreas de conocimiento (Castanho *et al.*, 2023).

Otro método muy utilizado es la tormenta de ideas, la cual puede ser desarrollada de forma individual, grupal o híbrida y busca motivar la participación de los individuos para obtener como resultado el mayor número de ideas sin importar la calidad, encontrando una correlación positiva entre cantidad y calidad (Murphy *et al.*, 2023). La generación de ideas puede ser libre, inspirada u orientada por heurísticas, lo cual cambia el resultado en términos de diversidad. Se entiende por heurísticas de diseño, estrategias que generan estímulos cognitivos que permiten perfeccionar y refinar las ideas generadas a partir de combinación, sustitución o creación (Chen *et al.*, 2019). Un ejemplo de aplicación de diseño por heurísticas son las herramientas basadas en tarjetas, las cuales facilitan la combinación de información, la comunicación y comprensión de las ideas. Pueden ser clasificadas según el propósito, ya sea para el diseño sistemático, centrado en el usuario, dominio específico, trabajo colaborativo (coodiseño), resolución de problemas, diseño para el futuro.

Otro de los procesos cognitivos de mayor relevancia en la generación de ideas creativas y reducción de la fijación se explica con la teoría asociativa, la cual propone que la creatividad implica buscar analogías entre ideas no relacionadas, que permitan solucionar un problema (Verma y Punekar, 2023) vinculando y conectando conceptos remotos para formar nuevas relaciones que sean útiles y de mayor novedad (Kenett *et al.*, 2023),(Castanho *et al.*, 2023). Es decir, la construcción de analogías permite mapear soluciones existentes en un dominio conocido para resolver un problema similar en un dominio lejano (Luo *et al.*, 2021). Según la ciencia de redes, la memoria semántica funciona como una red de conceptos interconectados y entre más cortas sean las distancias y mayor la conectividad entre conceptos, mayor es la flexibilidad, facilitando la asociación tanto libre, en la cual se dan asociaciones según la palabra que llega a la mente por el estímulo; como dirigida a objetivos, la cual implica buscar información en la memoria de trabajo (Beaty y Kenett, 2023). Se considera que entre mayor sea la capacidad de realizar asociaciones inusuales a partir de una percepción más allá de lo evidente, mayor será la creatividad.

Dado lo anterior es importante comprender como los inhibidores pueden ser fuente de fijación y como los estímulos pueden reducirla, a partir de las herramientas y metodologías que promueven el pensamiento divergente, así como la construcción de ideas a partir de la combinación y la asociación. Algunas características que se han estudiado y deben ser tenidas en cuenta son: distancia analógica (proximidad del dominio del estímulo al área de trabajo del diseñador), el momento de generar los estímulos, el estado de ideación del sujeto, el nivel de concreción y la modalidad de presentación de mismo. Respecto a la distancia analógica las investigaciones han demostrado que los estímulos del campo lejano conllevan a ideas novedosas, mientras que las del campo cercano conllevan a ideas de mayor viabilidad (Luo *et al.*, 2021) aunque pueden generar obsesión por parte del diseñador o fijación (Goucher-Lambert *et al.*, 2019) siendo importante encontrar la distancia analógica ideal, campo que aún no ha sido estudiado.

Otra característica importante para tener en cuenta es el momento de generar el estímulo, siendo más efectivo hacerlo durante el proceso de ideación y no antes, lo cual ha mostrado mejores resultados que la presentación en intervalos definidos (Goucher-Lambert *et al.*, 2019). Finalmente, una de las mayores fuentes de estímulos es el conocimiento colectivo. Cada vez cobra mayor importancia los procesos de cocreación con el usuario final, el cual tiene como objetivo aumentar la variedad de las ideas, la efectividad de la solución y reducir los ciclos de diseño (Masclat *et al.*, 2021). Así, la inspiración nace de la asociación de las ideas que todos los diseñadores tienen en su mente (Han *et al.*, 2020), aumentando el número de alternativas generadas, la motivación, el enfoque y mejorando la retroalimentación (Siemon, 2023).

Según una encuesta realizada entre los estudiantes de práctica profesional, sólo el 15% son reconocidos por tener competencias aceptables en innovación en contraste con un 72% con competencias aceptables en mejoramiento de procesos, a partir de la aplicación de metodologías conocidas. Según un estudio realizado, los ingenieros tienen una tendencia a desarrollar fijación en la medida en la cual se tiende a centrar el problema y la solución en un grupo de conceptos específicos utilizando metodologías ya conocidas, lo cual hace que problemas que se identifican como similares se tienden a resolver de la misma forma (Youmans y Arciszewski, 2014).

El presente estudio busca identificar inhibidores que generan fijación en el proceso de ideación para el diseño de nuevos productos por parte de los estudiantes de pregrado de ingeniería industrial. Además, se pretende identificar estímulos que impacten favorablemente el desarrollo de competencias creativas medidas como cantidad, fluidez y variedad a lo largo del proceso de formación profesional. Para ello, los estudiantes participan de procesos de entrenamiento en creatividad y en un reto de innovación para la ideación de un nuevo producto. El resultado permitirá identificar elementos que deben ser considerados en un modelo para definir la interacción de estímulos en la etapa de ideación con un encuadre insuficiente del problema, que mejoren la novedad y la fluidez en la generación de ideas por parte de los ingenieros industriales; así como aspectos relevantes a fortalecer en su formación profesional. El presente documento describe la metodología del estudio realizado, los resultados obtenidos, la discusión de los mismos respecto a la literatura y las conclusiones del estudio.

## 2. Metodología

### 2.1. Participantes

El estudio se realizó con 28 estudiantes de pregrado del programa de ingeniería industrial de duración ocho semestres. Se tomó una muestra del 50% de la población de los estudiantes de

primero y segundo semestre (G1), para un total de 10 participantes con una edad promedio de 18,2 años (SD = 0,56 Rango = 17-19) y un porcentaje de participación de hombres del 80%. Se tomó una segunda muestra del 64% de la población de los estudiantes que cursan quinto semestre (G2) para un total de 9, con una edad promedio de 19,6 años (SD = 1,43, Rango =18 - 23) y un porcentaje de hombres del 46%. Por último, se toma el 82% de los estudiantes del sexto semestre (G3) que cursan la asignatura de diseño de nuevos productos, para un total de 9, con una edad promedio de 20,9 años (SD = 1,33, Rango =19 - 23) y un porcentaje de participación de hombres del 67%. Este último grupo tuvo un proceso de entrenamiento de 14 semanas, una hora semanal, en técnicas para mejorar el pensamiento divergente y convergente.

## 2.2 Procedimiento general

El estudio realizado tuvo una duración de ocho horas, desarrollado en tres días continuos durante jornadas de dos horas el primer y segundo día y cuatro horas el tercer día. Terminada cada hora se dieron tiempos de descanso de 10 min. El primer día consideró la aplicación del método AUT (*Alternative Uses Task*- tarea de usos alternativos) y el RAT (*Remote associates test* - prueba de asociados remotos). La aplicación del AUT permite medir la habilidad de los estudiantes para solucionar un problema en términos de cantidad, fluidez y variedad. Para ello, cada participante debe encontrar todos los usos posibles para un artículo (Wu *et al.*, 2023). Para la prueba se seleccionaron seis objetos de uso cotidiano y de conocimiento de toda la población (neumático, lapicero, chaqueta, cuchara, sombrero y cucurucho). Antes de iniciar la prueba, se realizó un ejercicio con dos palabras diferentes para facilitar la comprensión de la tarea. Cada participante escribió todos los usos posibles para el objeto presentado durante dos minutos para un total de 12 min de duración del ejercicio. Las respuestas fueron registradas por los participantes en una hoja y posteriormente digitados en Excel para su análisis.

Como resultado se contó el número de usos no repetidos generados por cada persona, con base en el cual se calculó el indicador de fluidez (número de ideas por minuto). Posterior a ello se evaluó en forma cualitativa la variedad, para lo cual se contaron el número de categorías de las soluciones propuestas.

Una vez terminado el AUT los estudiantes recibieron una preparación para la realización del RAT (*Remote Associates Test* - test de asociados remotos). El RAT permite medir la capacidad de asociación a partir de la solución a problemas que se plantean como palabras sin relación aparente y para las cuales se debe encontrar una cuarta palabra que las relacione. El estudio se realizó en tres bloques cada uno con 14 asociaciones, cada participante tuvo un minuto para resolverlas con tres minutos de descanso entre cada bloque (Lezama *et al.*, 2023). En la primera parte se pidió resolver problemas de asociaciones semánticas remotas (s-RAT *Semantic Remote Associates* - asociados remotos semánticos), en la segunda parte, problemas compuestos de asociados remotos (c-RAT *Compound Remote Associates Test* - asociados remotos compuestos) y en la tercera parte, problemas de expresión de asociaciones remotas (e-RAT *Expression Remote Associates Problems* - asociados remotos de expresión). Como resultado se calculó un indicador básico de creatividad como un porcentaje de respuestas correctas.

Como resumen, durante el primer día de taller con duración 120 min, se realizó una introducción de 10 min a la actividad y se registró información básica como la edad, el género, el semestre, las emociones y pensamientos que en ese momento tenían mayor relevancia para cada participante. Posterior a ello, se aplicó el AUT por un período de tiempo de 12 min en forma individual. Finalmente, se dio un espacio de 10 min para presentar la actividad del RAT y se realizó una prueba con dos asociaciones como ejemplo para lograr la comprensión de los participantes en la prueba RAT. En seguida, se aplicó el s-RAT por un lapso de 14 min, se

descansó tres minutos, se generó el segundo bloque de pruebas por 14 min para el c-RAT, se descansó tres minutos y realizó la misma rutina para las 14 pruebas de e-RAT. Finalmente se organizaron los subgrupos de trabajo para el día siguiente. Para ello cada grupo se dividió en tres subgrupos de tres personas, excepto un subgrupo del G1 que quedó con cuatro integrantes. Finalmente, se dio un cierre al taller capturando la percepción de los estudiantes sobre el ejercicio.

El segundo día del taller inició con una actividad de pensamiento divergente, la cual se desarrolló por 10 min y se registraron las emociones y los pensamientos más presentes en el momento. Posterior a esto los estudiantes se organizaron en los subgrupos definidos. El objetivo del segundo día fue trabajar una solución creativa para un problema con un encuadre vago. El reto asignado consistió en proponer las características que debe tener un vehículo que permita reducir el estrés y la ansiedad del conductor y los pasajeros en horas de alto flujo vehicular en la ciudad. De esta forma los participantes realizaron tres sesiones, la primera orientada a definir el espacio problémico, la segunda al proceso de ideación y la última al proceso de convergencia o concreción de las alternativas propuestas. La metodología utilizada fue la tormenta de ideas, la cual se realizó primero en forma individual y luego grupal. Para ello se preparó a los participantes en las consideraciones que se deben tener en cuenta para realizar un ejercicio adecuado (Murphy *et al.*, 2023).

La primera parte de la tormenta de ideas tuvo como objetivo conformar el espacio problémico, en el cual los estudiantes propusieron características o necesidades que el vehículo debía considerar para ser un medio de calma y bienestar para sus pasajeros. Para ello se realizó una tormenta de ideas individual durante 10 minutos, posterior a ello cada estudiante seleccionó las ideas de mayor novedad y las socializó a los integrantes de su subgrupo durante 10 min, finalmente cada grupo realizó una tormenta de ideas grupal durante 30 min para proponer el encuadre del problema. Finalmente, se dio un descanso de 10 min y se realizó la misma dinámica para encontrar las alternativas de solución. El resultado final fue un conjunto de características que debe tener el vehículo para cumplir su función, denominado espacio problémico y la nube de soluciones con diferentes alternativas. Se realizó el cierre del segundo día pidiendo a los estudiantes su percepción respecto al proceso.

Durante el tercer día del taller, se pidió a uno de los subgrupos de cada grupo repetir la dinámica del día anterior. Otro subgrupo de cada grupo recibió ocho tarjetas para facilitar el diseño por heurísticas las cuales aplicaron a las ideas generadas el día anterior y evolucionaron durante 45 minutos hasta registrar las ideas finales. Al tercer subgrupo de cada grupo, se asignó a cada participante un dominio diferente al del problema a resolver, el cual fue obtenido de chat Gpt cuando se le pidió que arrojara palabras asociadas con el estado emocional de calma. Se pidió a cada participante que durante 15 minutos construyera una red semántica. Posterior a esto se intercambiaron las redes semánticas construidas y se pidió escoger un concepto del último nivel de la red y combinarlo o asociarlo con uno de los conceptos definidos en la tormenta de ideas inicial, este ejercicio se replicó durante 30 min. Finalmente se pidió que durante 15 minutos el grupo concretara las ideas resultantes.

Finalmente se realizó la evaluación cualitativa del resultado de cada grupo, para lo cual se tuvo en cuenta: número de ideas generadas, número de ideas novedosas, es decir que conceptualmente se alejen de lo propuesto de otros grupos y calidad, es decir que resuelvan la situación problémica propuesta. Para la fase de evaluación se contó con el apoyo de dos docentes del programa de ingeniería industrial, quienes calificaron en Excel las ideas propuestas en términos de novedad y calidad, comprendiendo calidad como la capacidad para resolver la necesidad. Se utilizaron cuatro puntuaciones, (0) cuando no hay novedad o la solución no resuelve el problema, (1) para alternativas poco novedosas o que resuelven em

forma indirecta la necesidad propuesta, (3) para alternativas que difieren de lo convencional, pero con algunas características comunes y que resuelvan la necesidad y (9) para alternativas totalmente nuevas y que resuelvan completamente la necesidad propuesta. No se realizó una valoración de la factibilidad técnica de las soluciones propuestas. Al iniciar y terminar cada día se registraron las emociones y las ideas que aparecían con mayor fuerza en los participantes.

### **2.3 Instrumentos**

Para la aplicación del RAT se utilizan las asociaciones propuestas por (Peláez-Alfonso et al., 2020). Se seleccionan al azar 14 asociaciones para el s-RAT, e-RAT y c-RAT. En el s-RAT se presentan tres palabras con asociaciones semánticas remotas y debe encontrarse una que por su significado las relacione. En el e-RAT se presentan tres palabras con lexemas comunes, los cuales deben ser identificados por las personas para encontrar la solución en una palabra con el mismo lexema. Finalmente, en el e-RAT las tres expresiones propuestas tiene una palabra en común que debe ser contenida en la solución.

Para el diseño por heurísticas se elaboran ocho tarjetas con base en la metodología propuesta por (Xiao y Jiang, 2023), representando ocho modos de generar conceptos filtrar, sustituir, fijar, nodo, mutar, prestar, dividir y cotejar. Cada tarjeta explica cada uno de los modos y plantea un ejemplo.

Para la evaluación de la solución al reto se miden las variables cantidad y novedad. La cantidad corresponde a las ideas no repetidas. Finalmente, la evaluación se realiza a partir de un cuestionario cualitativo, en el cual los evaluadores califican la idea propuesta en términos de novedad. Se utilizan cuatro puntuaciones (0) cuando no hay novedad (1) para alternativas poco novedosas (3) para alternativas que difieren de lo convencional, pero con algunas características comunes y (9) para alternativas totalmente nuevas. No se realiza una valoración de la factibilidad técnicas de las soluciones propuestas.

## **3. Resultados**

### **3.1. Análisis de la fluidez y la variedad según el método AUT**

La aplicación del AUT permitió evaluar la fluidez de los estudiantes en el proceso de generación de ideas. La duración total de la actividad fue de 12 min. La media equivale al promedio de las ideas generadas para cada objeto por cada participante durante dos minutos. Según el resultado obtenido (Tabla 1) se observa que el G3 tiene el mejor desempeño tanto en cantidad, como en variedad y fluidez. El G3, respecto al G1 presentó un incremento del 149% en la cantidad de ideas y 143% en la fluidez. Mientras que respecto al G2, mostró un incremento del 72% en la cantidad y un 73% en la fluidez. El G2 muestra un crecimiento en la cantidad de ideas del 44% respecto al G1 y del 39% en la fluidez.

**Tabla 1.**

*Resultado de la aplicación del método AUT para cálculo de la cantidad y la fluidez*

| Grupo | Media | Rango | Moda | Desviación estándar | Fluidez (idea/min) |
|-------|-------|-------|------|---------------------|--------------------|
| G1    | 4,5   | 7,0   | 4,0  | 1,9                 | 2,3                |
| G2    | 6,5   | 15,0  | 6,0  | 3,3                 | 3,2                |
| G3    | 11,2  | 20,0  | 7,0  | 4,8                 | 5,6                |

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

Respecto a la variedad, el G3 presenta el mejor comportamiento, mostrando un incremento del 74% respecto al G1 y de 24% respecto al G2. Por su parte el G2 respecto al G1, muestra un incremento del 40% (Tabla 2).

**Tabla 2.**

*Resultado de la aplicación del método AUT para cálculo de la variedad*

| Grupo | Media | Rango | Moda | Desviación estándar |
|-------|-------|-------|------|---------------------|
| G1    | 3,5   | 6,0   | 4,0  | 1,5                 |
| G2    | 4,9   | 9,0   | 3,0  | 2,2                 |
| G3    | 6,1   | 10,0  | 6,0  | 2,5                 |

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

### **3.2. Resultado prueba RAT capacidad de asociación y convergente**

Los valores que se asignan a las columnas s-RAT, c-RAT y e-RAT, equivalen al porcentaje de respuestas acertadas a cada uno de los problemas planteados. Según los resultados obtenidos (Tabla 3) el mejor desempeño lo logra el G3 en todas las mediciones, G1 y el G2 tienen un desempeño muy similar en las tres mediciones. El mayor porcentaje se logra por el G3 en la categoría s-RAT, seguido de un 63% en e-RAT y un 60% en c-RAT.

**Tabla 3.**

*Resultado de la aplicación del método RAT para cálculo del pensamiento asociativo y convergente*

| Grupo | G1  | G2  | G3  |
|-------|-----|-----|-----|
| s-RAT | 0,5 | 0,5 | 0,7 |
| c-RAT | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| e-RAT | 0,5 | 0,4 | 0,6 |

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

### **3.3. Resultado de la tormenta de ideas**

Con el fin de medir la inhibición social se realiza un comparativo entre el resultado de la tormenta de ideas individual y la grupal tanto para el encuadre del problema (ECP) como para la construcción de alternativas de solución (AS) (Tabla 4). La cantidad se calcula como el promedio de las ideas generadas por participante para el encuadre y para la solución. Según los resultados obtenidos el G3 tiene el mejor desempeño respecto a la cantidad de las ideas. En los tres grupos se evidencia un incremento importante entre el resultado del encuadre y de las alternativas de solución.

**Tabla 4.**

*Medición en cantidad en la tormenta de ideas individual*

| Grupo | G1 | G2 | G3 |
|-------|----|----|----|
| ECP   | 5  | 6  | 12 |
| AS    | 8  | 11 | 14 |

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

Para los indicadores grupales se calcula la cantidad como el promedio de las ideas generadas por cada subgrupo para cada grupo (Tabla 5). Según los resultados obtenidos se observa como el desempeño de cada grupo se nivela, mostrando para el G1 y G2 un incremento superior al 80% en el número de ideas para el encuadre del problema y de la misma forma para las alternativas de solución (Tabla 5).

**Tabla 5.**

*Medición en cantidad en la tormenta de ideas grupal*

| Grupo | G1 | G2 | G3 |
|-------|----|----|----|
| ECP   | 9  | 11 | 13 |
| AS    | 15 | 14 | 16 |

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

### 3.4. Resultado de la aplicación de estímulos en la reducción de la fijación

Para el resultado del reto creativo se miden dos variables cantidad y novedad como medida de fijación. Para la variable cantidad se cuentan las ideas no repetidas. El método de tormenta de ideas que fue desarrollado por los SG1 tiene un mejor comportamiento en el G1, al igual que el diseño por pensamiento analógico, mientras que en el diseño por heurísticas tiene un mejor desempeño el SG3 del G3. Todos los subgrupos del G2 presenten un menor desempeño en términos de cantidad (Tabla 6).

**Tabla 6.**

*Comparativo de la cantidad de alternativas de solución para cada método de ideación*

| Grupo | G1 | G2 | G3 |
|-------|----|----|----|
| SG1   | 19 | 12 | 15 |
| SG2   | 12 | 9  | 10 |
| SG3   | 15 | 13 | 19 |

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

Según la evaluación de novedad, el G2 tiene el mejor desempeño en todos los métodos, mostrando el pensamiento analógico y redes semánticas como el estímulo que generó la mayor novedad en términos de ideas, seguido del diseño por heurísticas. El método de menor desempeño en todos los grupos fue la tormenta de ideas híbrida. No se observa un desempeño relevante entre el G1 y G3, aunque en el diseño por heurísticas tiene un mejor desempeño en SG3 del G1 (Tabla 7).

**Tabla 7.**

*Comparativo de la novedad de las ideas según el método de ideación*

| Grupo | G1  | G2  | G3  |
|-------|-----|-----|-----|
| SG1   | 2,7 | 3,7 | 2,8 |
| SG2   | 4,3 | 5,8 | 4,3 |
| SG3   | 4,6 | 5,3 | 4,1 |

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

### 3.5. Análisis de emociones

Al comienzo del taller el 61% de los participantes mostraban una buena actitud frente al reto creativo (17 participantes), mostrando mayor prevención los del G1, mientras que los estudiantes del G3 que ya tenían una formación previa en creatividad estaban positivos frente a la actividad. A medida que avanza el taller se observa que las emociones positivas son más frecuentes, de esta forma para el segundo día 22 estudiantes correspondiente al 79% y al finalizar el taller el 93% (26 estudiantes) están positivos frente a los retos creativos (Tabla 8).

**Tabla 8.**

*Porcentaje de participantes con emociones positivas*

| Grupo | Día 1 | Día 2 | Día 3 |
|-------|-------|-------|-------|
| G1    | 0,3   | 0,5   | 0,8   |
| G2    | 0,5   | 0,8   | 1,0   |
| G3    | 1,0   | 1,0   | 1,0   |

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

## 4. Discusión

### 4.1. Análisis de los resultados del AUT y RAT

El estudio se enfocó en la comparación del nivel de habilidades creativas de tres grupos de estudiantes de ingeniería industrial, con el objetivo de evaluar el impacto que el desarrollo del plan estudio tiene en la fluidez, la variedad y la capacidad de asociación. Para ello se analizaron los resultados obtenidos a partir de la aplicación del AUT y el RAT. Con la aplicación del AUT se midió la cantidad, fluidez y variedad de las ideas generadas. Según los resultados obtenidos se evidenció un mejoramiento en los tres indicadores según el avance del estudiante en el proceso formativo, siendo superior el desempeño del grupo de quinto semestre (G2) respecto a los de primero y segundo (G1). Mucho más fuerte es el impacto de procesos de entrenamiento recurrentes como el realizado en el grupo de sexto semestre (G3), quienes durante el desarrollo de la asignatura de diseño de nuevos productos fueron entrenados en técnicas para promover el pensamiento divergente, entre las cuales se utilizó el AUT. Entre los estudiantes de quinto (G2) y los primeros semestres (G1) se da un incremento del 39% en fluidez y 44% en cantidad, mientras que el comparativo entre los estudiantes de sexto semestre (G3) y los de quinto (G2) permite evidenciar el impacto del entrenamiento periódico en habilidades creativas reflejado en un incremento del 73% en la fluidez y 72% en la cantidad. De allí que los resultados convergen con autores los (Stevenson *et al.*, 2014; Yuan *et al.*, 2021) quienes consideran el AUT como herramienta de entrenamiento en habilidades creativas.

Por otra parte, promover el pensamiento divergente permite fortalecer las funciones ejecutivas que influyen en la creatividad, entre las cuales se encuentra la inhibición. Un agotamiento en los recursos para la inhibición facilita la frecuencia, novedad y originalidad de los pensamientos (Khalil *et al.*, 2019), lo cual en caso contrario podría limitar la información que entre al proceso y generar más respuestas estereotipadas que se reflejan en la menor variedad de categorías propuestas (Siemon, 2023), es decir en fijación. Los resultados obtenidos permiten evidenciar que el entrenamiento en pensamiento divergente permitió reducir los niveles de inhibición, lo cual se refleja en el desempeño del G3, el cual en el ejercicio del AUT logra generar un 74% más de categorías que el G1 y un 24% más que el G2. Entre el G1 y G2 no existen diferencias en términos de esfuerzos adicionales que hayan sido realizados para el fortalecimiento de las competencias creativas, lo cual permite deducir que el desarrollo de las actividades académicas por sí mismas contribuyen la reducción de la inhibición y por ende de la fijación. Si bien algunos autores consideran que el conocimiento puede ser fuente de fijación o por el contrario estímulo para su reducción (Cash *et al.*, 2023), en este caso no es posible concluir al respecto, dado que los objetos presentados son de conocimiento general y no requieren conocimientos específicos, sin embargo, no se pudo descartar que los aprendizajes y experiencias logradas permitan mejorar el pensamiento analógico propuestas (Hu *et al.*, 2023).

La medición del RAT utilizada para evaluar la capacidad de asociación y el pensamiento convergente, permitió evidenciar que existe desempeño medio en las asociaciones semánticas (s-RAT) y más bajo en las asociaciones compuestas (c-RAT) y de expresión (e-RAT). Sin embargo, se puede observar que los estudiantes del G3, quienes han tenido estímulos para el desarrollo del pensamiento convergente para la solución de problemas, tienen un mejor desempeño en la evaluación del s-RAT que los otros grupos. Los resultados obtenidos muestran la oportunidad de mejoramiento que tienen los estudiantes de ingeniería industrial en el fortalecimiento del pensamiento convergente.

#### ***4.2. Análisis de la influencia de la inhibición social***

La inhibición social es uno de los factores que afectan la generación de ideas. Como lo plantea (Siemon, 2023), la teoría de la aprehensión evaluativa propone la aprehensión a la evaluación de las ideas como un inhibidor en los procesos creativos grupales, según el cual las personas se cohiben de generar y socializar ideas por temor a la evaluación. Según los resultados obtenidos en el contraste de las ideas generadas en la tormenta de ideas grupal como la evolución positiva de las emociones, no se identifica este factor como un inhibidor en el grupo de ingenieros industriales. En contraste, se encuentra que la socialización de las ideas se convierte en un factor positivo para mejorar la motivación (Ahn *et al.*, 2023) que permite aumentar la variedad, la efectividad de las soluciones y reducir los ciclos de diseño (Masclat *et al.*, 2021). Por otra parte, dado que la inspiración nace de la asociación que todos los participantes tienen en su mente (Han *et al.*, 2020), se observa como la tormenta de ideas grupal, permite aumentar el número de soluciones para el encuadre del problema y para las alternativas de solución en el G1 y G2 respecto a la generación de ideas individual y nivelar el desempeño para la presentación de las alternativas de solución con el G3.

#### ***4.3. Resultado de la aplicación de técnicas de ideación como estímulos***

Según (Goucher-Lambert *et al.*, 2019) es recomendable la aplicación de los estímulos durante la fase de ideación. Se procede a la comparación de los resultados obtenidos en proceso creativo a partir de la incorporación de estímulos mediante el uso de heurísticas de diseño y redes semánticas en un proceso de tormenta de ideas híbrida. Como se puede evidenciar, el uso de estímulos lejanos en este caso representado por la combinación y asociación entre

conceptos semánticamente lejanos representa mayor dificultad para la generación de ideas, lo cual se ve reflejado en una menor cantidad de ideas generadas respecto a los métodos de ideación de tormenta de ideas y diseño por heurísticas (Gonçalves *et al.*, 2016), sin embargo no se cuentan con elementos para concluir la razón por la cual el equipo con un entrenamiento en creatividad generó menos ideas con este método que los grupos sin entrenamiento previo. Aunque en el estudio no se incluyó el cálculo de la distancia analógica, se evidencia que este método permitió obtener el mejor desempeño en términos de variedad lo cual indica que el pensamiento analógico contribuye con la reducción de la fijación (Luo *et al.*, 2021), (Goucher-Lambert *et al.*, 2019). Por otra parte, los métodos de ideación apoyados en heurísticas de diseño también contribuyen con la disminución de la fijación (Gray *et al.*, 2019), lo cual se puede evidenciar en desempeño superior que tienen los subgrupos que trabajaron con heurísticas de diseño respecto a los que lo hicieron con tormenta de ideas.

#### **4.4. Relación entre el entrenamiento en creatividad y motivación**

Finalmente se puede evidenciar que la estimulación o el entrenamiento creativo refuerza las emociones positivas, lo cual repercute en la motivación y de la misma en el desempeño durante el proceso creativo (Sternberg, 2020), lo cual se observa en los resultados obtenidos, en donde las personas con emociones positivas presentes al inicio del proceso generan mayor número de soluciones en el desarrollo del AUT. Las personas a lo largo del taller transforman sus emociones negativas hacia el proceso en emociones positivas que contribuyen con el logro de los objetivos. Esto contrasta con el modelo *insight* propuesto por (Lucas y Mai, 2022), el cual da mayor relevancia a la preparación que a la producción de ideas, dado que considera que este último es resultado del anterior.

Finalmente se concluye que el entrenamiento en creatividad y la formación en metodología de diseño permitió a los estudiantes fortalecer las habilidades creativas y aumentar su conocimientos lo cual se ve reflejado en el aumento de la fluidez, la capacidad de asociación y la novedad en la solución del reto, acorde con la teoría de Teresa Amabile, la cual relaciona tres factores que deben ser tenidos en cuenta para el desarrollo del proceso creativo: motivación a la tarea, habilidades relevantes para el dominio (que incluyen conocimientos y competencias) que contribuyen al rendimiento creativo en un ámbito determinado, competencias relacionadas con la creatividad (Sternberg, 2020).

## **5. Conclusiones**

El estudio permitió concluir que existe la necesidad y la oportunidad de mejorar las competencias creativas de los estudiantes de pregrado de ingeniería industrial para enfrentar las exigencias de la industria 4.0 y apoyar el mejoramiento del desempeño innovador de las empresas y del país. Para ello, la creación de espacios de entrenamiento en creatividad mejora la fluidez y la capacidad para generar mayor cantidad y variedad de ideas, así como la novedad. Es necesario entonces fortalecer el pensamiento asociativo y el pensamiento convergente. Por otra parte, se evidenció, que el uso de estímulos en el proceso de ideación reduce la fijación y mejora los resultados obtenidos.

Si bien el estudio no es concluyente en la identificación de los inhibidores, se reconoce que la inhibición social reduce la fijación al mejorar la motivación y la inspiración a partir de la interacción con otras personas durante el proceso creativo. Por otra parte, se logró confirmar que el desarrollo de asignaturas intensivas en actividades que fomentan la creatividad genera un alto impacto en el desarrollo de habilidades creativas, además de elevar el nivel de motivación de los estudiantes. No fue posible concluir si los contenidos curriculares orientados a la formación en metodologías de resolución de problemas y mejoramiento de procesos

repercuten en la fijación, dado que es una formación que se da en semestres posteriores a los incluidos en el estudio.

Finalmente, la preparación de las personas para el proceso creativo (motivación, entrenamiento en pensamiento divergente y convergente), la creación de una interacción social inclusiva y respetuosa, la transferencia de conocimiento, la apropiación de técnicas de ideación, constituyen elementos que deben ser tenidos en cuenta en la creación de un modelo que permita reducir la fijación en el diseño de nuevos productos.

Trabajos futuros pueden estar orientados a estudiantes de últimos semestres, lo cual permitirá contrastar el impacto que el factor conocimiento específico y la formación en metodologías puedan tener en la fluidez, variedad y novedad durante la ideación.

## 6. Referencias

- Ahn, P. H., Van Swol, L. M., Lu, R. M., Kim, S. J., Park, H. y Moulder, R. G. (2023). Innovative ideas desire earlier communication: Exploring reverse serial-order effect and liberating cognitive constraint for organizational problem-solving. *Journal of Behavioral Decision Making*, 36(4), e2312. <https://doi.org/10.1002/bdm.2312>
- Beatty, R. E., y Kenett, Y. N. (2023). Associative thinking at the core of creativity. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(7), 671-683. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2023.04.004>
- Bong, K. H. y Park, J. (2024). Failure, innovation, and productivity growth: Evidence from a structural model. *Innovation: Organization and Management*, 26(1), 169-187. <https://doi.org/10.1080/14479338.2022.2094933>
- Boudier, J., Sukhov, A., Netz, J., Le Masson, P. y Weil, B. (2023). Idea evaluation as a design process: Understanding how experts develop ideas and manage fixations. *Design Science*, 9, e9. <https://doi.org/10.1017/dsj.2023.7>
- Cash, P., Gonçalves, M. y Dorst, K. (2023). Method in their madness: Explaining how designers think and act through the cognitive co-evolution model. *Design Studies*, 88, 101219. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2023.101219>
- Castanho, A., Guerra, M., Brites, C., Oliveira, J. C. y Cunha, L. M. (2023). Design thinking for food: Remote association as a creative tool in the context of the ideation of new rice-based meals. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 31, 100664. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100664>
- Chen, L., Wang, P., Dong, H., Shi, F., Han, J., Guo, Y., Childs, P. R. N., Xiao, J. y Wu, C. (2019). An artificial intelligence based data-driven approach for design ideation. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 61, 10-22. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2019.02.009>
- Fox, J. y Smith, B. (2023). Creativity: An unsolved enigma. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-13. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2222287>
- Gonçalves, M., Cardoso, C. y Badke-Schaub, P. (2016). Inspiration choices that matter: The selection of external stimuli during ideation. *Design Science*, 2, e10. <https://doi.org/10.1017/dsj.2016.10>

- Goucher-Lambert, K., Moss, J. y Cagan, J. (2019). A neuroimaging investigation of design ideation with and without inspirational stimuli – understanding the meaning of near and far stimuli. *Design Studies*, 60, 1-38. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2018.07.001>
- Gray, C. M., McKilligan, S., Daly, S. R., Seifert, C. M. y Gonzalez, R. (2019). Using creative exhaustion to foster idea generation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(1), 177-195. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9435-y>
- Han, J., Park, D., Forbes, H. y Schaefer, D. (2020). A computational approach for using social networking platforms to support creative idea generation. *Procedia CIRP*, 91, 382-387. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.190>
- Hu, M., McComb, C. y Goucher-Lambert, K. (2023). Uncovering hidden patterns of design ideation using hidden Markov modeling and neuroimaging. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing: AIEDAM*, 37, e8. <https://doi.org/10.1017/S0890060423000021>
- Kenett, Y. N., Gooz, N. y Ackerman, R. (2023). The Role of Semantic Associations as a Metacognitive Cue in Creative Idea Generation. *Journal of Intelligence*, 11(4), 59. <https://doi.org/10.3390/jintelligence11040059>
- Khalil, R., Godde, B. y Karim, A. A. (2019). The link between creativity, cognition, and creative drives and underlying neural mechanisms. *Frontiers in Neural Circuits*, 13,18. <https://doi.org/10.3389/fncir.2019.00018>
- Knudsen, M. P., von Zedtwitz, M., Griffin, A. y Barczak, G. (2023). Best practices in new product development and innovation: Results from PDMA's 2021 global survey. *Journal of Product Innovation Management*, 40(3), 257-275. <https://doi.org/10.1111/jpim.12663>
- Kwon, E., Rao, V. y Goucher-Lambert, K. (2023). Understanding inspiration: Insights into how designers discover inspirational stimuli using an AI-enabled platform. *Design Studies*, 88, 101202. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2023.101202>
- Lezama, R., Gómez-Ariza, C. J. y Bajo, M. T. (2023). Individual differences in semantic priming and inhibitory control predict performance in the Remote Associates Test (RAT). *Thinking Skills and Creativity*, 50, 101426. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101426>
- Lucas, B. J. y Mai, K. M. (2022). Illumination and elbow grease: A theory of how mental models of the creative process influence creativity. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 168, 104107. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2021.104107>
- Luo, J., Sarica, S. y Wood, K. L. (2021). Guiding data-driven design ideation by knowledge distance. *Knowledge-Based Systems*, 218, 106873. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.106873>
- Maslet, C., Boujut, J. F., Poulin, M. y Baldaccino, L. (2021). A socio-cognitive analysis of evaluation and idea generation activities during co-creative design sessions supported by spatial augmented reality. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 9(1), 20-40. <https://doi.org/10.1080/21650349.2020.1854122>

- Murphy, L. R., Daly, S. R. y Seifert, C. M. (2023). Idea characteristics arising from individual brainstorming and design heuristics ideation methods. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(2), 337-378. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09723-0>
- Peláez-Alfonso, J. L., Pelegrina, S. y Lechuga, M. T. (2020). Normative data for 102 Spanish remote associate problems and age-related differences in performance. *Psicologica Journal*, 41(1), 39-65. <https://doi.org/10.2478/psicolj-2020-0003>
- Radel, R., Davranche, K., Fournier, M. y Dietrich, A. (2015). The role of (dis)inhibition in creativity: Decreased inhibition improves idea generation. *Cognition*, 134, 110-120. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.09.001>
- Rampa, R. y Agogué, M. (2021). Developing radical innovation capabilities: Exploring the effects of training employees for creativity and innovation. *Creativity and Innovation Management*, 30(1), 211-227. <https://doi.org/10.1111/CAIM.12423>
- Simon, D. (2023). Let the computer evaluate your idea: evaluation apprehension in human-computer collaboration. *Behaviour and Information Technology*, 42(5), 459-477. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2021.2023638>
- Sternberg, R. J. (2020). Componential Models of Creativity. En M. A. Runco y S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (pp. 180-187). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.23634-1>
- Stevenson, C. E., Kleibeuker, S. W., de Dreu, C. K. W. y Crone, E. A. (2014). Training creative cognition: Adolescence as a flexible period for improving creativity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 827. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00827>
- Treviño-Elizondo, B. L. y García-Reyes, H. (2022). What does Industry 4.0 mean to Industrial Engineering Education? *Procedia Computer Science*, 217, 876-885. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.284>
- Verma, S. K. y Punekar, R. M. (2023). Gaining insights into the creative process of designing nature inspired product forms. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(3), 1007-1035. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09749-y>
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (2023). *Global innovation Index 2023; innovation in the face of uncertainty*. <https://doi.org/10.34667/tind.48220>
- Wu, Y., Zhou, C. y Zhi, J. (2023). Alleviating design fixation with Alternative Uses Task: The role of an integrated and design-independent intervention in promoting creative incubation. *Thinking Skills and Creativity*, 50, 101406. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101406>
- Xiao, Y. y Jiang, C. (2023). Industrial designers' thinking in the stage of concept generation for social design: themes, strategies and modes. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(1), 281-311. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09732-7>
- Youmans, R. J. y Arciszewski, T. (2014). Design fixation: Classifications and modern methods of prevention. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing: AIEDAM*, 28(2), 129-137. <https://doi.org/10.1017/S0890060414000043>

Yuan, H., Lu, K., Yang, C. y Hao, N. (2021). Examples facilitate divergent thinking: The effects of timing and quality. *Consciousness and Cognition*, 93, 103169. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2021.103169>

**Agradecimientos:** El presente texto nace en el marco del desarrollo del estudio doctoral en ingeniería de la docente Claudia Ximena Ayora Piedrahita en la Universidad de San Buenaventura Cali con la propuesta “Modelo para la generación de estímulos para reducir la fijación en el proceso ideacional”.

## AUTORA

**Claudia Ximena Ayora Piedrahita**  
Universidad de San Buenaventura, Colombia.

Estudiante de doctorado en ingeniería. Profesional en ingeniería industrial, con maestría en ingeniería, postgrado en innovación de la gestión del talento humano y relaciones laborales con formación en innovación y metodologías para el mejoramiento de la productividad. Docente investigadora y consultora con más de 24 años de experiencia en el sector empresarial y educación, desempeñando roles en funciones de innovación, mejoramiento y transformación digital.

[cayora@usbcali.edu.co](mailto:cayora@usbcali.edu.co)