

09-004

## THE EFFECT OF THE SPECIFIC SKILLS OF DESIGN ENGINEERING ON THE CREATIVITY OF THE DESIGNERS

Ruiz-Pastor, Laura <sup>(1)</sup>; Royo González, Marta <sup>(1)</sup>; Chulvi Ramos, Vicente <sup>(1)</sup>; García-García, Carlos <sup>(2)</sup>; Agost Torres, María Jesús <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universitat Jaume I, Dep. Enginyeria Mecànica i Construcció, <sup>(2)</sup> Universitat Jaume I, Dep. Enginyeria de Sistemes Industrials i Disseny

Creativity is an inherent and available feature of human beings. However, it is more easily expressed during childhood, since established social structures make adults self-restrict their creativity. So, creativity is a competence that should be reactivated in the Bachelor degree on Industrial Design and Product Development Engineering, together with other skills necessary to complete the training of a competent designer for the 21st century.

This work shows a comparative study about the results of solving the same problem of creative conceptual design by two different groups of population: one of them without specific skills about design (High School students) and the other with specific competences (students of the Bachelor degree on Industrial Design and Product Development Engineering).

The analysis of the results is presented both qualitatively and quantitatively, studying the differences and similarities between the design proposals obtained by the two groups of population compared.

**Keywords:** *conceptual design; creativity; skills; design engineering*

## EFFECTO DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL ÁMBITO DE LA INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL SOBRE LA CREATIVIDAD DE LOS DISEÑADORES

La creatividad es una característica innata del ser humano, de la que todos disponemos y que se expresa con mayor soltura durante la infancia, pero la vamos autolimitando a través de las construcciones sociales preestablecidas. Es por ello que es una competencia que se intenta despertar o reactivar en el grado de Ingeniería en Diseño Industrial, a la par de otras competencias que se hacen necesarias para completar la formación del diseñador competente adaptado al siglo XXI. El presente trabajo muestra un estudio comparativo de los resultados de resolver un mismo problema de diseño conceptual creativo por dos grupos poblacionales diferentes: uno de ellos sin competencias específicas de diseño (estudiantes de Secundaria) y otro con competencias específicas (estudiantes del grado de Ingeniería en Diseño Industrial). El análisis de los resultados se presenta tanto cualitativa como cuantitativamente, estudiando las diferencias y similitudes entre las propuestas de diseño obtenidas por lo dos grupos de población comparados.

**Palabras clave:** *Diseño conceptual; creatividad; competencias; ingeniería en diseño industrial*

Correspondencia: Vicente Chulvi

chulvi@uji.es

Acknowledgements/Agradecimientos: Este trabajo forma parte del proyecto de investigación GV/2017/098 "Creación de espacios emocionales para incrementar los resultados creativos del diseñador durante la fase conceptual" y del proyecto de innovación educativa 3584/18 SPIECDU. Com els factor



©2019 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

El diseño industrial constituye una de las disciplinas, relacionadas con el ámbito de la ingeniería, en la que la búsqueda de soluciones originales y alternativas de diseño resulta fundamental para el éxito de los productos desarrollados. Diferentes estudios de Sarkar y Chakrabarti defienden que la creatividad es crucial para diseñar productos y hacer posible la innovación. Por ello, consideran que cualquier persona relacionada con el ámbito del diseño y el desarrollo de productos necesita ser creativa (Chakrabarti, 2001, 2004; Chakrabarti & Bligh, 1994, 1996a, 1996b; Chakrabarti, Morgenstern, & Knaab, 2004; Eisentraut & Badke Schaub, 1995; Gero, 1993; Liu, Chakrabarti, & Bligh, 2000; Westwood & Sekine, 1988).

La evolución de la definición de creatividad ha ido variando con el paso del tiempo. Los primeros estudios referidos al campo de la creatividad se remontan a los años 30 (Patrick, 1935, 1937, 1938), y los primeros criterios sociales de creatividad consensuados a 1953 (Stein, 1953). En este sentido, la primera definición estándar de creatividad contempla dos criterios necesarios: la "originalidad", entendida comúnmente como novedad o como algo inusual; y la "eficacia", entendida como valor económico contextualizado dentro de un mercado determinado, o como valor artístico (Runco & Jaeger, 2012). Guilford (1950), al afirmar que "la persona creativa tiene ideas novedosas" (p. 452), ya apunta hacia criterios a considerar al estudiar la creatividad. De hecho, ya habla de "grado de novedad" en sus estudios. Barron (1955), introduce un matiz en el concepto, destacando que para considerar algo original debe adaptarse en cierta medida a la realidad. Posteriormente, Runco (1988) incorpora el término "utilidad" a la ecuación para el estudio de la creatividad, junto a los términos de "originalidad", "significancia" para el campo de estudio y "aplicabilidad".

Algunos estudios realizados por Sarkar y Chakrabarti (2011), recopilan diferentes definiciones de creatividad realizadas por diferentes autores. Por ejemplo, Amabile (1983) destaca la necesidad de establecer un criterio previo a su definición, necesario para enfocar el problema, refiriéndola en términos de "proceso creativo", "persona creativa" o "producto creativo". En este sentido, la autora destaca que muchas de las definiciones formuladas inicialmente se centraban en el proceso. Sin embargo, la mayor parte de las definiciones contemporáneas utilizan las características del producto creativo como signos distintivos de creatividad. Por su parte, en su "Torrance Test for Creative Thinking (TTCT)" (Torrance, 2008), relaciona "fluidez", "flexibilidad" y "originalidad" como indicadores de creatividad. Stenberg y Lubart (1999), definen la creatividad como la capacidad de producir un trabajo que sea tanto novedoso (original o inesperado), como apropiado (útil, adaptable en relación a las restricciones de tareas). Weisberg (1993), destaca que la "novedad" no es suficiente para considerar un producto como creativo; además se necesita algún tipo de valor. Por lo tanto, determina la capacidad de producir productos nuevos y valiosos. Finalmente, Sarkar y Chakrabarti (2008, p.6), proponen su definición, diciendo que "la creatividad se produce a través de un proceso mediante el cual un agente utiliza su capacidad para generar ideas, productos o soluciones que son novedosas y valiosas".

Desde un punto de vista pedagógico, podemos considerar la creatividad como una de las competencias que conviene que adquiera el alumnado. Cabe destacar que las competencias fueron introducidas en el marco de la educación universitaria a principios del presente siglo, a través de la adaptación de los planes de estudio al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (González & Wagenaar, 2003). El concepto de competencia se define como un proceso del desarrollo y formación de una persona, que adquiere una capacidad competente para el ejercicio profesional (González, 2006). Dentro de estas competencias, que pueden ser más orientadas a las destrezas o a los conocimientos, nos encontramos con aquellas competencias relacionadas con la creatividad, que también han sido tratadas a nivel universitario (Rasmussen, 2009).

El objetivo del presente estudio es comprobar cómo afecta la adquisición de dichas competencias creativas en la resolución conceptual de problemas en el ámbito del diseño de producto. Para ello, se pretende analizar y comparar diferentes propuestas conceptuales de diseño desarrolladas por estudiantes, comparando la valoración de la creatividad obtenida en las propuestas de diseño elaboradas por estudiantes con competencias específicas en el ámbito del diseño, y la misma valoración obtenida por estudiantes sin este tipo de competencias.

## 2. Metodología

### 2.1 Metodologías creativas para la generación de ideas

El estudio se centra en desarrollar propuestas de diseño conceptual aplicando dos metodologías que fomentan la generación de ideas, como son el “Brainstorming” (Osborn, 1957) o “Seis sombreros para pensar” (De Bono, 1985). El estudio pretende comparar la creatividad de diferentes grupos de estudiantes, unos con experiencia en el campo del diseño de producto y otros sin experiencia. Dado que una parte del alumnado con el que se ha desarrollado el estudio desconoce las competencias del ámbito del diseño, las metodologías se han presentado brevemente al inicio del desarrollo de cada uno de los casos y se ha tratado de guiar su aplicación por parte del grupo de investigadores (Figura 1).

Figura 1: Extracto de la presentación para plantear la metodología utilizada al alumnado

The figure consists of four slides from a presentation. The top-left slide is titled 'Ahora vamos a generar ideas!!!' and lists 'METODOLOGÍAS' as 'Brainstorming' and '6 sombreros'. It features a lightbulb icon with the word 'Idea' written inside. The top-right slide is titled 'Brainstorming' and shows a pink brain with three lightning bolts below it. It lists rules: 'No juzgar.', 'Ser constructivo.', 'Fomentar las ideas locas.', 'Estar centrado en el tema.', 'Solo una conversación a la vez.', 'Ser lo más visual posible.', and 'Cuantas más ideas mejor.'. The bottom-left slide is titled '6 SOMBREROS' and lists six roles with corresponding colored circles: 'El objetivo' (white), 'El sentimental' (red), 'El optimista' (yellow), 'El creativo' (green), 'El "centrao"' (blue), and 'El negativo' (black). The bottom-right slide is titled 'DESARROLLO DE PROPUESTAS DE DISEÑO CONCEPTUAL' and lists a 2-minute individual thinking phase, a 5-minute group debate phase, and two 10-minute phases for developing and presenting ideas using the Six Thinking Hats methodology.

La metodología “Brainstorming”, pretende favorecer la generación de nuevas ideas, tratando de abrir la mente del diseñador con el fin de valorar soluciones alternativas menos comunes. Esta metodología se aplica generalmente de forma grupal, poniendo en común las ideas generadas por todos los miembros del grupo, de modo que posteriormente se pueda debatir sobre la idoneidad de estas, o proponer mejoras a las propuestas de otros compañeros. Esta segunda parte se puede realizar de un modo más espontáneo, o más pautado, aplicando otras metodologías de trabajo.

Por su parte, la metodología propuesta por Edward De Bono (1985) “seis sombreros para pensar”, propone que los diferentes miembros de un equipo de trabajo creativo adopten roles específicos, con el fin de mejorar entre todos los miembros una propuesta inicial más básica. Además, la metodología plantea la posibilidad de que los diferentes miembros del grupo intercambien los roles a lo largo del proceso de trabajo, con el fin de fomentar en cada miembro del grupo un cambio de visión respecto al proyecto que favorezca la generación de nuevas ideas o la mejora de las existentes.

Para facilitar la interpretación de los roles por parte del alumnado sin competencias de diseño participante en el estudio, se ha adaptado la definición de los mismos a un lenguaje más coloquial (Figura 1).

## **2.2 Método de evaluación de las soluciones**

Para valorar las soluciones conceptuales propuestas, se propone realizar una evaluación de la creatividad de las mismas aplicando la métrica de Moss (1966).

La métrica propuesta por Moss (1966) para la evaluación de la creatividad de propuestas de diseño conceptual, o de cualquier otro campo creativo relacionado con el producto, propone considerar como factores que configuran la creatividad la “novedad” (unusualness), y la “utilidad” (usefulness). En consecuencia, determina el valor de la creatividad, siguiendo un amplio consenso entre diferentes autores (Chulvi et al, 2012), como el producto de novedad y utilidad.

La novedad o rareza se determina en función de la probabilidad de que una idea surja dentro de un grupo homogéneo de propuestas conceptuales. Para ello, se hace una valoración, estableciendo una serie de intervalos de frecuencia de aparición entre 0 y 3, tal y como se detallan a continuación:

- 0 – Solución muy común (>10% de propuestas similares).
- 1 – Solución poco común (entre 5% y 10% de propuestas similares).
- 2 – Solución infrecuente (< 5% de propuestas similares).
- 3 – Solución muy rara, extremadamente original (< 1% de propuestas similares).

Resulta importante que el evaluador esté familiarizado con el problema planteado y las soluciones más frecuentes al mismo, ya que, al tratarse de un sistema comparativo, la experiencia en este sentido puede favorecer una valoración más ajustada.

Para la valoración de la utilidad, es necesario definir una serie de requisitos funcionales básicos que debe tener una solución estándar del producto. A esta solución se la conoce como “solución del profesor”. De este modo, la valoración de la utilidad de las propuestas conceptuales estudiadas, se realizará de forma comparativa en función del grado de cumplimiento de los requisitos funcionales establecidos como “solución del profesor”. En este caso, el intervalo de valoraciones se encontrará entre 0 y 3, siguiendo el siguiente criterio:

- 0 – No cumple con las funciones básicas.
- 1 – Cumple únicamente con aquellas funciones más básicas.
- 2 – Alcanza el nivel de calidad de la solución del profesor.
- 3 – Mejora la solución del profesor a nivel funcional.

Dados los valores de ambos intervalos de valoración, el valor de creatividad siguiendo la métrica de Moss (1966) se establecerá entre 0 y 9. Dicha métrica ha sido considerada y aplicada por un gran número de autores en sus estudios sobre creatividad (Flowers, 2001; Kurt, 2001; Stricker 2008; Chulvi et al, 2017).

En el presente estudio, cabe destacar que el evaluador tiene experiencia previa en la valoración de la tipología de soluciones presentadas, ya que ha desarrollado el caso con otros grupos de control. Por ello, tiene capacidad suficiente como para valorar de una forma ajustada la rareza de las propuestas conceptuales presentadas, a pesar de tener una muestra reducida.

Además, se realizará una valoración cualitativa de la calidad gráfica de las propuestas desarrolladas por cada uno de los grupos de muestra. La finalidad de la misma será estudiar la capacidad comunicativa de los estudiantes, con o sin experiencia en el ámbito del diseño, de modo que se puedan establecer diferencias entre ellos que permitan potenciar aquellos que se consideren necesarios para mejorar dichas competencias. Además, una mejora en la capacidad comunicativa basada en el uso del lenguaje gráfico, puede favorecer la comprensión, por parte de los evaluadores, de las propuestas conceptuales desarrolladas por estudiantes sin experiencia.

### 3 Caso de estudio

El estudio desarrollado se ha diseñado para comparar la creatividad de las propuestas de diseño conceptual desarrolladas por estudiantes con experiencia en el campo del diseño de producto, y por estudiantes sin experiencia en este campo.

#### 3.1 Muestra

Para la realización del estudio, se ha solicitado la colaboración de dos grupos de estudiantes de diferentes niveles y ámbitos. El objetivo de seleccionar estos dos grupos ha sido el diferenciar en cuanto a las competencias adquiridas en el ámbito del diseño a lo largo de su formación académica, ya que el grupo A ya ha adquirido ciertas capacidades específicas que el grupo B aún no.

- **Grupo A (con experiencia):** Estudiantes universitarios de 2º curso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto. Al haber cursado algo más de un curso, y estar cursando en el momento del estudio la asignatura “D11014\_Diseño Conceptual”, tienen formación suficiente como para abordar la fase de diseño conceptual de un proyecto de diseño de producto. El grupo de estudiantes ha estado compuesto por hombres y mujeres con edades comprendidas entre 19 y 21 años.
- **Grupo B (sin experiencia):** Estudiantes de 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria (4º ESO). El grupo de estudiantes ha estado compuesto por hombres y mujeres con edades comprendidas entre 14 y 15 años. Dado que dicho alumnado solamente ha cursado estudios generalistas, todavía no han podido adquirir competencias específicas en el ámbito del diseño.

### 3.2 Problema planteado

El problema planteado para los dos grupos de estudiantes ha sido el diseño conceptual de una "Mochila grupal para transportar un kayak entre 4 personas". Cabe destacar, que tanto el problema planteado, como las condiciones de trabajo han sido las mismas para los estudiantes de ambos grupos. Junto a la información ofrecida a los estudiantes para plantear el caso a resolver, se ha incorporado tanto la temporalización del estudio, como un recordatorio de los diferentes roles utilizados en la metodología de los "seis sombreros para pensar". Se ha tratado de no ofrecer a los estudiantes información adicional, con el fin de no condicionar ni guiar sus propuestas de diseño.

### 3.3 Diseño del experimento

En ambos casos, los estudiantes se han organizado en 5 grupos de trabajo entre 3 y 6 personas.

El espacio de trabajo ha consistido en mesas separadas, con sillas alrededor de modo que se favorezca la colaboración y el diálogo entre los estudiantes. Para la presentación de la propuesta y de los contenidos se ha utilizado una presentación proyectada.

Para la realización de las propuestas de diseño conceptual, se ha ofrecido a los estudiantes bolígrafos y rotuladores de colores con 2 puntas de diferentes tamaños. Para las propuestas individuales iniciales, cada estudiante ha podido utilizar diferentes papeles de formato DIN-A4. Para la presentación de la propuesta final, cada grupo ha podido utilizar un papel de formato DIN-A3.

Inicialmente, se ha realizado una presentación sobre la importancia de la creatividad en el ámbito del diseño de producto. Además, se han realizado unos pequeños ejercicios introductorios para promover la generación de nuevas ideas y generar un ambiente de trabajo distendido. Del mismo modo, se ha realizado una exposición de las metodologías propuestas para la generación de nuevas ideas conceptuales.

El tiempo destinado a la sesión de trabajo ha sido de 50-60 minutos, dedicando la primera mitad a la parte introductoria y la segunda mitad a la resolución del caso planteado.

La resolución del caso propuesto al alumnado se ha dividido en cuatro etapas.

- **ETAPA 1.** Individual, 2-5 minutos. Desarrollo individual de nuevos conceptos que den solución al problema propuesto.
- **ETAPA 2.** Grupal, 5 minutos. Puesta en común, de forma ordenada y secuencial, de las propuestas ideadas de forma individual por cada miembro del grupo. No se contempla la posibilidad de interacción en esta etapa sobre las propuestas del resto de compañeros. Brainstorming grupal. Al finalizar esta etapa, los diferentes miembros del grupo deben debatir y escoger por consenso la propuesta sobre la que se va a trabajar, con el fin de mejorarla. Se ofrece la posibilidad de unir dos propuestas planteadas en una sola.
- **ETAPA 3.** Grupal, 10 minutos. Debate sobre la/las propuestas escogidas aplicando la metodología de Edward de Bono (1985), "Seis sombreros para pensar", en la que cada miembro del grupo adopta un rol diferente con el que hacer aportaciones a la propuesta.
- **ETAPA 4.** Grupal, 10 minutos. Puesta en común de las propuestas realizadas con todos los grupos participantes en el estudio, con el fin de reflexionar sobre las soluciones adoptadas y establecer valoraciones comparativas con las propuestas desarrolladas por otros grupos.

Para la puesta en común, se ha fotografiado cada una de las propuestas presentadas con la ayuda de un Smartphone y se ha transferido la imagen al ordenador del aula mediante una

aplicación de mensajería instantánea (App de WhatsApp para Android y WhatsApp Web en el ordenador). De este modo, de forma muy ágil y rápida, se han podido presentar las propuestas de diseño conceptual proyectadas en la pantalla del aula para que cada grupo las pudiera exponer.

### 3.4 Definición de la solución del profesor (Moss, 1966)

Para poder aplicar la metodología de Moss, es necesario definir la “solución del profesor”, entendiendo que dicha solución establece las características funcionales que servirán como referencia para valorar si las propuestas realizadas por los estudiantes se consideran más útiles o menos que dicha solución. Las propuestas que cumplan con estas características recibirán una calificación de 2 en utilidad.

Las características que se definen como “solución del profesor” son:

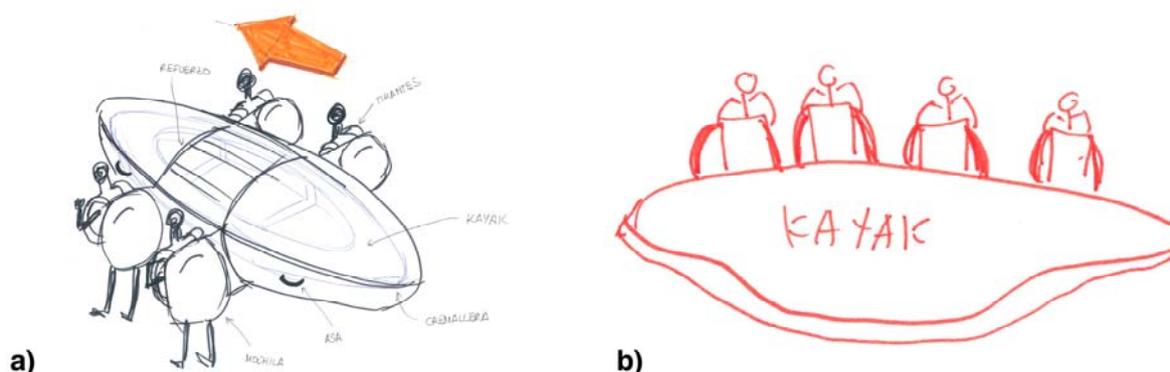
- Que se pueda transportar entre 4 personas.
- Que se enganche a la espalda mediante asas (concepto de mochila).
- Que no se molesten las 4 personas para andar.
- Que el peso esté repartido entre las 4 personas.
- Que se pueda transportar en el Kayak.

## 4. Resultados

Tras realizar el estudio con las dos muestras poblacionales estudiadas, se han obtenido 5 propuestas conceptuales de cada uno de los grupos estudiados (A – con experiencia en el ámbito del diseño, B – sin experiencia en el ámbito del diseño). En la Figura 2, se presenta un ejemplo de cada uno de ellos.

Se ha realizado una valoración de la creatividad de cada una de las propuestas de diseño conceptual desarrolladas aplicando la métrica de Moss (1966). En la Tabla 1, se presentan los resultados de las valoraciones de utilidad, rareza y creatividad, para cada una de las propuestas realizadas por los dos grupos estudiados.

**Figura 2: Ejemplos de propuestas de diseño conceptual. a) realizadas por alumnado universitario con competencias en diseño, b) realizadas por alumnado de educación secundaria obligatoria (4º ESO) sin competencias en diseño**



**Tabla 1. Resultados de la valoración de la rareza, utilidad y creatividad de las soluciones utilizando la métrica de Moss (1966)**

Grupo	Propuesta	Utilidad	Rareza	Creatividad
A/ Con competencias en diseño	A1	3	0	0
	A2	1	2	2
	A3	2	1	2
	A4	2	2	4
	A5	1	3	3
B/ Sin competencias en diseño	B1	1	0	0
	B2	2	0	0
	B3	1	0	0
	B4	2	0	0
	B5	1	0	0

A partir de los datos de la Tabla 1, se ha representado, en un diagrama de cajas y bigotes, la distribución de las valoraciones de utilidad, rareza y creatividad, comparando ambos grupos, con y sin experiencia en el ámbito del diseño (Figura 3).

En la Tabla 2, se presentan los resultados del análisis ANOVA para valorar si existe significancia estadística al comparar las valoraciones de rareza, utilidad y creatividad de las soluciones según la métrica de Moss (1966), para cada uno de los dos grupos estudiados.

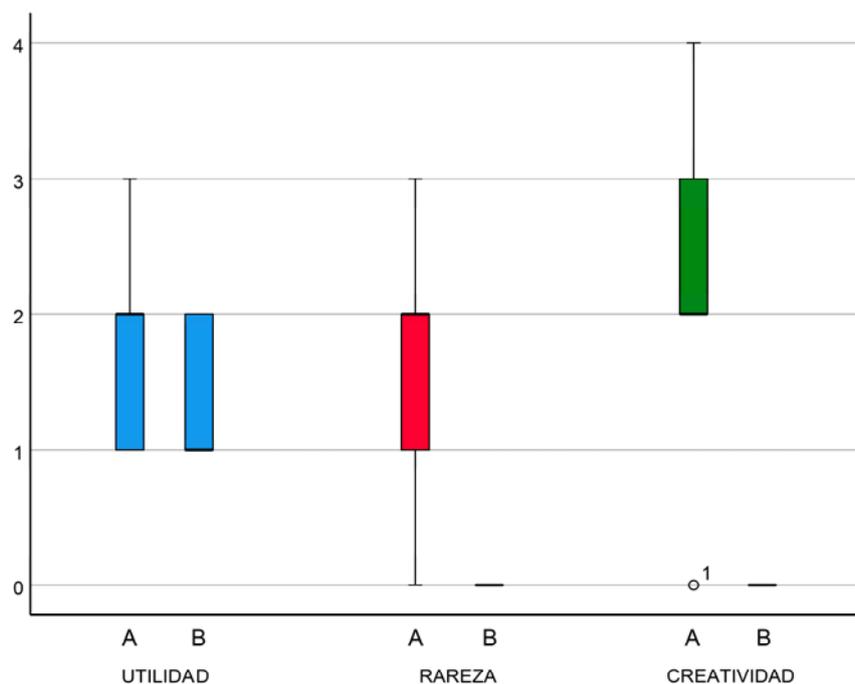
Se ha realizado también un análisis cualitativo de la calidad gráfica y el uso del lenguaje gráfico en las soluciones presentadas. Las propuestas conceptuales presentadas por el alumnado universitario con experiencia en el ámbito del diseño (Grupo A) ofrecen una mayor información gráfica que las presentadas por el alumnado de la ESO (Grupo B). Destaca el uso de pequeños textos para hacer comentarios aclaratorios por parte del Grupo A, no tanto para identificar una parte o componente que al estar mal dibujada se considera necesaria una aclaración, sino para identificar funciones, mecanismos, o puntos fuertes que dan sentido a la propuesta.

Algunas de las propuestas elaboradas por los estudiantes con experiencia (Grupo A), ofrecen una visión tridimensional del producto, tratando de simular volúmenes más complejos y de identificar de un modo más adecuado las consideraciones ergonómicas del producto propuesto.

La utilización de recursos gráficos antropomórficos referidos al cuerpo de los hipotéticos usuarios destaca de un modo notable en el caso de los estudiantes con experiencia (Grupo A), ya que la resolución gráfica se basa en volúmenes, mientras que en el caso de los estudiantes sin experiencia (Grupo B) se basa en una estructura alámbrica simple.

Destaca el uso adecuado del formato de papel ofrecido en el caso de los estudiantes con experiencia (Grupo A), ya que algunos estudiantes del Grupo B han realizado propuestas gráficas muy pequeñas, desaprovechando la práctica totalidad del formato disponible.

**Figura 3: Diagrama de cajas y bigotes de la distribución de las valoraciones de las propuestas de diseño conceptual realizadas utilizando la métrica de Moss (1966), para cada grupo**



**Tabla 2. Análisis ANOVA para la comparación entre grupos de las valoraciones de rareza, utilidad y creatividad de las soluciones según la métrica de Moss (1966)**

ANOVAS grupos A, B	
Utilidad	$F(1, 8) = .800, p = .397$
Rareza	$F(1, 8) = 9.846, p = .014$
Creatividad	$F(1, 8) = 11.000, p = .011$

## 5. Discusión

En la Figura 3, se observa que para las valoraciones de utilidad obtenidas con Moss (1966) para las propuestas de diseño del grupo A (con experiencia), la mediana de los valores se sitúa en 2, estando un 25% de los valores entre 2 y 3, y un 75% entre 1 y 2. Sin embargo, se observa que en el grupo B (sin experiencia) están todos los valores entre 1 y 2, decantándose más por el valor de 1, tal y como indica la mediana. Por ello, se aprecia que el valor de utilidad en el caso del grupo A (con experiencia) es más alto que en el grupo B (sin experiencia), a pesar de presentar cajas similares. Sin embargo, en el análisis ANOVA (Tabla 2) se observa que esta diferencia no es significativa, por lo que se puede considerar que la utilidad de las propuestas realizadas por ambos grupos no es diferente.

En el caso de la valoración para el parámetro de rareza obtenido mediante la métrica de Moss (1966) para el grupo A (con experiencia), se observa una distribución normal de los resultados, con la mediana ligeramente desplazada hacia el valor de 2. En el caso del grupo B (sin experiencia), todas las valoraciones han resultado ser 0, es decir muy comunes. De hecho, se aprecia en el análisis ANOVA que esta diferencia es claramente significativa, de modo que se puede considerar que las propuestas realizadas por los estudiantes con

experiencia en el ámbito del diseño son más novedosas y singulares que las ofrecidas por el alumnado sin experiencia.

En el caso de la creatividad, al estar definida como el producto entre utilidad y rareza, se ve condicionado por los valores nulos de rareza del grupo B (sin experiencia), que implican una creatividad también nula en este mismo grupo. Por consiguiente, se aprecia una clara diferencia significativa entre el grupo A (con experiencia) y B (sin experiencia), tal y como se observa en el análisis ANOVA, siendo superior en el grupo A (con experiencia), tal y como se observa en el diagrama de cajas y bigotes. Por ello, se observa que, a pesar de haber conseguido valores de utilidad similares, la mayor experiencia y conocimiento sobre diseño de los estudiantes universitarios, ha favorecido que las valoraciones de creatividad de las propuestas del grupo A (con experiencia) sean más elevadas.

En este sentido, el análisis cualitativo de la calidad gráfica de las propuestas conceptuales desprende una mayor madurez por parte del alumnado del grupo A (con experiencia), que consigue comunicar de un modo más eficaz sus propuestas, considerando el reducido tiempo ofrecido para su elaboración y el carácter básico de los recursos materiales disponibles. Cabría pensar que la diferencia de edad podría llevar aparejada una mayor competencia en el ámbito gráfico, sin embargo se considera más probable que la causa sea que el grupo A también ha adquirido competencias específicas en el ámbito gráfico, que el grupo B aún no ha tenido la oportunidad de adquirir durante su formación.

## 6. Conclusiones

Tal y como se ha observado en los resultados del experimento, la formación ofrecida en el primer curso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, y en la parte inicial del segundo curso, destacando la asignatura de "DI1014\_Diseño Conceptual", y posiblemente en algunas materias de Bachillerato, han permitido obtener resultados más creativos al alumnado universitario que al alumnado de ESO.

Considerando la creatividad como una de las competencias formativas más relevantes para el desarrollo profesional de los futuros trabajadores, una vez finalizada su etapa formativa, cabría reflexionar la conveniencia de incluir parte de las competencias formativas propias del ámbito del diseño en la estructura formativa de etapas anteriores. En este sentido, la filosofía de trabajo "Design Thinking" ofrece iniciativas interesantes que tal vez pudieran ser valoradas en etapas tempranas del proceso formativo, como pueden ser la etapa de ESO o Bachillerato, con el fin de favorecer a las nuevas generaciones que configurarán el futuro mercado laboral.

## Referencias

- Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. New York: Springer Verlag.
- Barron, F. (1955). The disposition towards originality. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 51, 478-485.
- Chakrabarti, A., & Bligh, T. P. (1994). Functional synthesis of solution-concepts in mechanical conceptual design. Part I: knowledge Representation. *Research in Engineering Design*, 6(3), 127-141.
- Chakrabarti, A., & Bligh, T. P. (1996a). Functional synthesis of solution-concepts in mechanical conceptual design. Part II: kind synthesis. *Research in Engineering Design*, 8(1), 52-62.
- Chakrabarti, A., & Bligh, T. P. (1996b). Functional synthesis of solution-concepts in mechanical conceptual design. Part III: spatial configuration. *Research in Engineering Design*, 8(2), 116-124

- Chakrabarti, A. (2001). Improving efficiency of procedures for compositional synthesis using bi-directional search. *AI EDAM*, 15(1), 67-80.
- Chakrabarti, A. (2004). A new approach to structure sharing. *ASME JCISE*, 1(1), 1-78.
- Chakrabarti, A., Morgenstern, S., & Knaab, H. (2004). Identification and application of requirements and their impact on the design process: a protocol study. *Research in Engineering Design*, 15, 22-39.
- Chulvi, V., Mulet, E., & González-Cruz, M. C. (2012). Medida de la creatividad en productos: Métricas y objetividad. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 87(1).
- Chulvi, V., Mulet, E., Felip, F., & García-García, C. (2017). The effect of information and communication technologies on creativity in collaborative design. *Research in Engineering Design*, 28(1), 7-23.
- De Bono, E. (1985). *Six Thinking Hats: An Essential Approach to Business Management*. Little, Brown, & Company
- Eisentraut, R., & Badke Schaub, P. (1995). Creativity: a personality trait or an Illusion? En *International workshop: Engineering design and creativity Pilsen*, Czech Republic: State Scientific Library
- Flowers J. (2001). Online learning needs in technology education. *Journal of Technology Education*, 13(1).
- Gero, J. S. (1993). Towards a model of exploration in design. In J. S. Gero, & F. Sudweeks (Eds.), *Preprints formal design methods for CAD, key centre of design computing* (pp. 271-292). Sydney, IFIP: University of Sydney.
- González, V. (2006). La formación de competencias profesionales en la universidad. Reflexiones y experiencias desde una perspectiva educativa. *Revista de Educación*, 8, 75-187.
- González, J. & Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Bilbao: Universidad de Deusto, Bruselas: Universidad de Groningen.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Kurt M. Y. (2001). The effect of a computer simulation activity versus a hands-on activity on product creativity in technology education'. *Journal of Technology Education*, 13(1), 31-43.
- Liu, Y. C., Chakrabarti, A., & Bligh, T. P. (2000). Further developments of FuncSION. En J. S. Gero (Ed.), *Artificial intelligence in design'00* (pp. 499-519). Kluwer Academic Publishers.
- Moss J. (1966). *Measuring creative abilities in junior high school industrial arts*. Washington, DC: Council on Industrial Arts Teacher Education.
- Osborn, A. F. 1957. *Applied imagination*. New York: Scribner.
- Patrick, C. (1935). Creative thought in poets. *Archives of Psychology*, 26, 1-74.
- Patrick, C. (1937). Creative thought in artists. *Journal of Psychology*, 5, 35-73.
- Patrick, C. (1938). Scientific thought. *Journal of Psychology*, 5, 55-83.
- Rasmussen, P. (2009). Creative and innovative competence as a task for adult education. En *Proceedings of the Third Nordic Conference on Adult Learning*. Syddansk Universitet.
- Runco, M. A. (1988). Creativity research: Originality, utility, and integration. *Creativity Research Journal*, 1(1), 1-7.
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92-96.
- Sarkar, P., & Chakrabarti, A. (2008). Studying engineering design creativity e developing a common definition and associated measures. En J. Gero (Ed.), *Studying design creativity*. Springer Verlag.
- Sarkar, P., & Chakrabarti, A. (2011). Assessing design creativity. *Design Studies*, 32(4), 348-383.
- Stein, M. I. (1953). Creativity and culture. *The Journal of Psychology*, 36(2), 311-322.

- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: prospects and paradigms. En Robert J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stricker D. R. (2008). *Perceptions of creativity in art, music and technology education*. Ph.D. Thesis, University of Minnesota; id n°3318034.
- Torrance, E. P. (2008). *Torrance Tests of Creative Thinking: Figural Forms A und B*. Scholastic Testing Service.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. W H Freeman and Co.
- Westwood, Albert R. C., & Sekine, Y. (1988). Fostering creativity and innovation in an industrial R&D laboratory. *Research-Technology Management*, 31(4), 16-20