

03-016

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE IMPROVEMENT OF CREATIVITY IN THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL PRODUCTS.

Sánchez Martínez, Francisca Victoria⁽¹⁾; Arenas Reina, José Manuel⁽¹⁾; Cano-Moreno, Juan David⁽¹⁾; Recio Díaz, María Del Mar⁽¹⁾

⁽¹⁾ETSIDI_UPM

The importance of creativity in the design of products is a relevant issue that has become more important as competitiveness has been imposed. Therefore, the improvement of creative abilities of designers is a key aspect in the process of design and development of products. It has been shown that creative capacity is closely related to the way the brain processes information. That is, there is a processing based on linguistic thinking, generally linked to the left hemisphere, that dominates and inhibits, the visual and perceptual processing, linked to the right hemisphere and that would be related to the creative capacity of the individual. Although numerous tools have been developed to improve creativity in fields of application such as psychology, art, sports, etc. which aim to counteract the dominance of the linguistic brain, the application of these tools to the field of Industrial Design has not been able to show its necessary usefulness and effectiveness in the design of products.

Therefore, in this paper, the foundations are laid for a specific methodological proposal that improves creativity in the process of design and development of industrial products.

Keywords: *Creativity; Innovation; Industrial design;*

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA MEJORA DE LA CREATIVIDAD EN EL DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS INDUSTRIALES.

La importancia de la creatividad en el diseño de productos es un asunto relevante que ha adquirido mayor relieve a medida que se ha impuesto la competitividad. Por ello, la mejora de las capacidades creativas de los diseñadores es un aspecto clave en el proceso de diseño y desarrollo de productos. Se ha demostrado que la capacidad creativa está íntimamente relacionada con la forma de procesar la información por parte del cerebro. Es decir, existe un procesamiento basado en el pensamiento lingüístico, generalmente vinculado al hemisferio izquierdo, que domina e inhibe, al procesamiento visual y perceptivo, vinculado al hemisferio derecho y que sería el relacionado con la capacidad creativa del individuo. Aunque se han desarrollado numerosas herramientas para la mejora de la creatividad en campos de aplicación como la psicología, el arte, el deporte, etc. que tienen como objetivo contrarrestar la dominancia del cerebro lingüístico, la aplicación de estas herramientas al campo del Diseño Industrial no ha conseguido poner de manifiesto su necesaria utilidad y eficacia en el diseño de productos.

Por ello, en el presente trabajo se sientan las bases para una propuesta metodológica específica que mejore la creatividad en el proceso de diseño y desarrollo de productos industriales.

Palabras clave: *Creatividad; Innovación; Diseño industrial;*

Correspondencia: Francisca Victoria Sánchez Martínez; franciscavictoria.sanchez@upm.es



©2018 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

Es un hecho reconocido la importancia de la creatividad en el diseño y desarrollo de productos, así como su capacidad para convertirse en motor de desarrollo e innovación en las pequeñas y medianas empresas. Actualmente se encuentran en vigor distintos proyectos europeos comprometidos con dicha capacidad, entre ellos, Creative Europe (2014-2020) o Horizon 2020, este último directamente enfocado al desarrollo tecnológico y la innovación.

Este reconocimiento institucional, unido a la competitividad y a la globalización en la que se encuentran inmersas las empresas actualmente, ha despertado el interés por contar con metodologías y herramientas enfocadas a propiciar la creatividad de los equipos de diseño y desarrollo de productos y servicios.

Por lo general, en la fase conceptual del diseño se generan, seleccionan y optimizan las ideas que conducen a soluciones viables, técnica y económicamente, con el objetivo de conseguir la plena satisfacción del usuario. En los diversos ámbitos del desarrollo de productos es un hecho observado que una fase conceptual pobre conduce a soluciones difícilmente optimizables en la fase de materialización y con frecuencia insatisfactorias (Pugh, 1991; Pahl et al., 2007). Aunque la creatividad es una capacidad necesaria en todas las fases, es en la conceptual donde se pone plenamente de manifiesto y, por tanto, donde suele dedicarse especial atención al empleo de herramientas y metodologías conducentes a mejorar las capacidades creativas de los equipos multidisciplinares involucrados. Ejemplos conocidos son el Brainstorming de Osborn (1954), las Cheklists (Osborn, 1954), la sinéctica de Gordon (1963), los seis sombreros de Edward de Bono (1985), los mapas mentales (Buzan, 2013), o más concretamente, en los proyectos de diseño, el Design Thinking de David Mc Kelley (2013). Actualmente, sin embargo, existen suficientes evidencias de que las ideas de mayor calidad se producen de forma individual, mientras que la selección y evaluación de éstas se logra de forma más eficiente en los equipos de trabajo (Diehl & Stroebe, 1987). A pesar de ello, no se han desarrollado metodologías que integren y potencien los distintos enfoques en el desarrollo individual de la creatividad. Por ello, es conveniente el desarrollo de éstas, adaptadas al diseño industrial, ya que los equipos se nutren de las ideas creativas de los individuos y sin éstas poco pueden hacer aquellos.

Por otro lado, el resultado de los estudios sobre creatividad del siglo XX ha cambiado muchos de los conceptos acerca de la misma. En primer lugar, actualmente se asume que la creatividad no es exactamente igual a inteligencia (Moran et al., 1983), puesto que en ella intervienen aspectos cognitivos y no cognitivos como la intuición, las sensaciones, las emociones, etc., Además, el trabajo de Howard Gardner (1987) acerca de las inteligencias múltiples, pone de manifiesto que la inteligencia difiere en función de los intereses y capacidades individuales, es decir, que la inteligencia no es única, al igual que no lo es, la creatividad.

En las últimas décadas, se ha abordado el estudio de la creatividad desde cuatro puntos de vistas esenciales: el proceso creativo (es decir, cuáles son las fases por las que suelen pasar las grandes ideas creativas), qué características tiene la personalidad creativa, qué aspectos configuran los ambientes creativos y qué elementos hacen a un producto creativo (Ojeda, 2001). Aunque para el estudio de la creatividad individual los tres primeros puntos de vista son relevantes, el segundo y el tercero competen antes al campo de la psicología que, al campo de la metodología del diseño de productos, por lo que se ha elegido centrar el estudio en el primer enfoque, más adecuado a este campo de aplicación.

Con respecto al proceso creativo, se dispone de abundante información en forma de estudios o testimonios encaminados a esclarecer las etapas de dicho proceso. Así, en el siglo XIX, el fisiólogo y físico alemán Herman Helmholtz describió su propio proceso creativo

en tres etapas: saturación (etapa de búsqueda y análisis de información), incubación (etapa en la que el problema reside en la mente aún sin ser consciente de él) e iluminación (etapa de inspiración o solución repentina). En un estudio similar, del gran matemático francés, Henry Poincaré, en 1908, se definen las tres etapas anteriores más una cuarta de verificación (en la que se comprueba y/o materializa la validez de la solución adoptada), ambos aportes fueron expuestos de forma sistemática en 1926, en “The Art of Thought” de Graham Wallas. Desde el ámbito de la psicología, en pleno siglo XX, se completó el proceso creativo con una quinta etapa, previa a las anteriores, la etapa de inspiración o formulación del problema, (Getzels,1980). Como afirmaron los físicos, Einstein e Infeld (1938) y Max Wertheimer (1982), fundador de la psicología de la Gestalt, plantear una cuestión productiva es un acto creativo en sí mismo.

La mayor parte de los estudiosos están de acuerdo en que el proceso de la creatividad envuelve esta secuencia de cinco estados o fases, las cuales, excepto la fase de la iluminación, que suele ser breve, pueden tener distinta duración dependiendo del caso.

Mientras que algunas de dichas fases como la saturación y la verificación parecen tener una correspondencia directa con el pensamiento racional, el resto de las fases, las claramente creativas, resultan mucho más evasivas al análisis racional y sistemático. Sin embargo, en las últimas décadas, se han realizado avances desde distintas perspectivas como la neurociencia, la enseñanza del dibujo etc., que permiten abordar y realizar propuestas metodológicas encaminadas al desarrollo individual de dichas fases creativas. Así, por ejemplo, a partir de los años 60, se viene planteando desde el ámbito de la neurociencia, la existencia de dos modos diferenciados de pensamiento, uno racional, lógico, analítico, basado en el lenguaje, vinculado en la mayor parte de los seres humanos al hemisferio izquierdo y otro, por el contrario, no lingüístico ni lógico, sino perceptivo, intuitivo, espacial, y al parecer, vinculado al subconsciente (Springer & Deutsch, 2006). Betty Edwards (1990), a la luz de estos últimos avances ha propuesto que cada fase del proceso creativo estaría regida por un modo cognitivo distinto, las fases racionales segunda y quinta (saturación y verificación), por el modo del hemisferio izquierdo y las fases creativas, primera, tercera y cuarta (inspiración, incubación e iluminación) por el derecho.

Faltan, sin embargo, metodologías específicas para el diseño de productos que aborden de forma integradora el desarrollo de la creatividad individual, competencia imprescindible para dicha actividad. Por ello, se ha considerado útil proponer una metodología adaptada a dicho entorno que integre los avances sobre el conocimiento del proceso creativo. En este documento se aborda dicha propuesta metodológica encaminada al desarrollo de la creatividad individual en el ámbito de diseño y desarrollo de productos.

2. Objetivos

Partiendo de las premisas anteriores, los objetivos perseguidos en el presente artículo son, exponer brevemente los fundamentos básicos en los que se basa la metodología propuesta. De igual manera, explicar adecuadamente cuales son los elementos facilitadores de la creatividad expuestos en la metodología propuesta. Y, por último, proponer las técnicas o herramientas más relevantes que asisten a dichos facilitadores con el objetivo de ayudar a desarrollar la creatividad a nivel individual en el ámbito del diseño de producto.

3. Propuesta Metodológica

3.1 Bases de la propuesta metodológica

La metodología propuesta busca un enfoque multidisciplinar y práctico. Ya que, en aras de obtener un mayor acercamiento al proceso creativo, pretende integrar los distintos aportes

de la psicología, la neurociencia cognitiva, la enseñanza de las artes, la metodología científica o técnica y el conocimiento empírico entre otras fuentes. A partir de dicho planteamiento multidisciplinar se han tenido en cuenta las siguientes premisas:

1º *Que la creatividad es un estado mental al que es posible acceder, estado mental que se ha considerado apropiado definir como Campo de Potencial Creativo (CPC).*

Existen numerosos testimonios que explican la fase creativa o iluminación de un descubrimiento como un estado mental distinto al pensamiento común consciente. Por ejemplo, Gerald Holton (1988), profesor de física e historia de la ciencia, describe el estado anímico de Niels Bohr con respecto a su modelo atómico, diciendo que Bohr ya sabía que el problema era uno que involucraba no sólo a la física, sino también a la epistemología. El lenguaje humano, decía Bohr, es simplemente inadecuado para describir procesos dentro del átomo, a los cuales nuestra experiencia está conectada de manera muy indirecta. Bohr confesó que originalmente no había elaborado sus complejos modelos atómicos por la mecánica clásica, sino que habían venido a él, intuitivamente, como imágenes, representando eventos dentro del átomo.

La misma conclusión es expuesta en el estudio de creatividad que realizó Jacques Hadamard, discípulo de Poincaré en 1945, “La Psicología de la Invención en el Campo Matemático” en el que analizó a físicos y matemáticos sobresalientes de la época. Obtuvo un resultado sorprendente: el pensamiento verbal, sólo tiene un papel subordinado en la breve y decisiva fase del acto creativo mismo o iluminación, como en el caso del famoso genetista Francis Galton, que explica que para él es un serio inconveniente escribir y aún más explicarse, al no pensar tan fácilmente en palabras como de otra manera. Al parecer después de haber llegado a resultados que eran perfectamente claros y satisfactorios para él, cuando trataba de expresarlos con el lenguaje, sentía que debía empezar por ponerse en otro plano intelectual ya que tenía que traducir sus pensamientos a un lenguaje que no funcionaba muy adecuadamente con ellos; perdiendo, según decía, mucho tiempo buscando palabras y frases apropiadas para explicar sus percepciones.

De igual manera, Roger N. Shepard, profesor de psicología de la Universidad de Stanford, expone en “Visual Learning, Thinking and Communication” (1978), el hecho de que en todas sus iluminaciones súbitas las ideas toman forma de un modo esencialmente visual y espacial, sin ninguna intervención verbal discernible, lo que concuerda, según Shepard, con su forma de pensar cuando era niño y dibujaba, hacía trabajos manuales o ejercicios de visualización puramente mental.

Por otro lado, las investigaciones científicas en el campo de la psicobiología y la neurociencia cognitiva, de los últimos 60 años, ponen de manifiesto la existencia de diferencias biológicas y cognitivas en los dos hemisferios cerebrales (izquierdo y derecho), en los que se divide el cerebro, que pudieran apuntar a estos dos estados cognitivos reconocidos en el proceso creativo. Dichos estudios iniciados en los años 60 por Roger Sperry, Gazzaniga y otros, parecen concluir que en un elevado número de personas cada uno de los hemisferios tiende a especializarse en funciones cognitivas bien distintas. Por ejemplo, el lenguaje y el pensamiento lógico parecen ubicarse en el 95% de los diestros en el hemisferio izquierdo mientras que la percepción y la orientación espacial parecen ubicarse en el derecho. Gran parte del conocimiento del funcionamiento diferenciado de ambos hemisferios proviene de la experimentación con personas con el cerebro escindido (personas a las que se ha seccionado el cuerpo caloso que comunica ambos hemisferios para evitar la propagación de un foco epiléptico). Los experimentos que durante 50 años se han llevado a cabo con estos pacientes no solo confirman la especialización cerebral, sino que ponen de manifiesto dos modos diferentes de procesar la información (Gazzaniga, 2015). Así, Roger Sperry en 1966 llega a decir: “todo lo que hemos visto hasta ahora indica que la cirugía ha dejado a esta gente con dos mentes separadas, es decir dos esferas

separadas de conciencia. Lo que se ha experimentado en el hemisferio derecho parece estar completamente fuera de la esfera de experiencia del izquierdo. Esta dimensión mental ha sido demostrada respecto de la percepción, cognición, volición, aprendizaje y memoria.” Con respecto a dichos experimentos el psiquiatra David Galin (1974) considera que pueden suponer una base neurológica para las teorías de Sigmund Freud acerca del inconsciente y considera que existe un paralelismo entre el modo de funcionamiento del hemisferio derecho y dicho inconsciente en cuanto al uso de imágenes mentales, menor compromiso en la percepción del tiempo y el procesamiento secuencial y un lenguaje de tipo simbólico similar al de los sueños. Aunque hasta el momento los experimentos con persona no escindidas no son absolutamente concluyentes existen claras evidencias de dicha lateralidad en la forma de procesar la información (Sringer & Deutsch, 2006).

Otras fuentes relevantes en cuanto al reconocimiento y análisis de los dos modos de procesar la información por parte del cerebro son los testimonios de personas que mantienen la consciencia el tiempo suficiente durante un accidente cerebrovascular localizado en un sólo hemisferio. Dichos pacientes suelen referir el proceso de pérdida de funciones del hemisferio afectado, así como el estado mental resultante. Un caso relevante ha sido el de la doctora en neuroanatomía Jill B. Taylor (2015), cuyo testimonio pone de manifiesto el colapso de las funciones lingüísticas debido a un importante accidente cerebrovascular en el hemisferio izquierdo, así como la emergencia de un estado perceptivo propio del hemisferio derecho no dañado.

A partir de las consideraciones anteriores, existen evidencias para considerar que existen dos estados mentales, uno vinculado al pensamiento basado en el lenguaje y la lógica (secuencial, racional) y un segundo estado mental, vinculado con las impresiones o imágenes mentales, preferentemente perceptivo. Además, en este último, tiene lugar un procesamiento multidimensional y simultáneo (por oposición a plano y secuencial). A dicho estado mental se ha convenido en llamarlo, en este trabajo, Campo de Potencial Creativo (CPC), por analogía con un espacio en donde residirían las impresiones, imágenes o intuiciones creativas. Por otro lado, dichas imágenes tienen la capacidad de cambio o evolución y, por tanto, el potencial de manifestar resultados creativos.

2º Considerar que el acceso a dicho campo CPC puede hacerse de forma consciente o inconsciente.

Existen abundantes testimonios donde la fase puramente creativa o iluminación tiene lugar en un sueño o en un estado de ensoñación o duermevela. Este es el caso de Otto Loewi, quien ganó el premio nobel de medicina en 1936 por demostrar que los impulsos nerviosos se transmiten a través de una sustancia química. Aunque llevaba 17 años intentando resolver la cuestión, la idea del experimento le sobrevino soñando y aunque la primera vez no pudo recordar exactamente lo soñado, tal y como explica Loewi, la segunda noche volvió a soñar la misma idea y al despertar en plena noche pudo, esta vez, recordar y comprobar la idea soñada en el laboratorio (Loewi, 1960).

De igual manera Friedrich August Kekulé von Stradonitz, obtuvo algunas de sus ideas acerca de la estructura del benceno gracias a los sueños. Kekulé explicó que, después de varios años trabajando en la estructura del benceno, percibió la forma de anillo en un sueño en el que visualizó una serpiente mordiéndose la cola. De igual manera en otro sueño explica que percibió como los átomos se combinaban y unían, formando los átomos más grandes una cadena que arrastraba a los más pequeños por fuera. Cuando despertó, pasó la noche dibujando esquemas sobre lo soñado. Este al parecer fue el origen de su teoría estructural de la química orgánica (Benfey, 1958).

Aunque los testimonios sobre inspiraciones oníricas son abundantes, una descripción detallada de los procesos involucrados en estados mentales especialmente creativos, estando consciente, es mucho menos frecuente, siendo, por tanto, tremendamente valioso

el testimonio de Nikola Tesla. El portentoso ingeniero e inventor del siglo XIX ha dejado plasmado en su autobiografía “My Inventions” (p. 17) uno de los testimonios más directos y esclarecedores acerca de las características propias del proceso creativo. Con respecto a éste, Tesla explica:

...esto (visualizar) lo hice constantemente hasta que tuve diecisiete años, cuando mis pensamientos se dirigieron seriamente a la invención. Entonces, observé para placer mío, que podía visualizar con toda facilidad. No necesitaba modelos, dibujos o experimentos. Me los imaginaba de forma real. Esto me ha llevado inconscientemente a evolucionar lo que considero un nuevo método de materializar conceptos inventivos e ideas, lo cual es radialmente opuesto a lo puramente experimental y en mi opinión es siempre mucho más rápido y eficiente... Mi método es diferente, no me apresuro en el trabajo real. Cuando se me ocurre una idea, comienzo a construirla en mi imaginación, cambio la construcción, hago mejoras y pruebo el dispositivo en mi mente. Es absolutamente irrelevante para mí si pruebo el motor en el pensamiento o lo pruebo en el laboratorio. Incluso me doy cuenta de si está desequilibrado. No hay ninguna diferencia, los resultados son los mismos. Cuando he ido tan lejos como para implementar en la invención cualquier mejora que se me haya ocurrido y no puedo encontrar ningún defecto, materializo en forma concreta el producto final de mi cerebro. Invariablemente mi dispositivo funciona como he concebido que lo haría y el experimento sale exactamente como lo había planeado. No existe un tema que no se pueda examinar de antemano, a partir de los datos teórico-prácticos disponibles. En abril de 1887, se organizó el Tesla Electric Co., proporcionándome un laboratorio e instalaciones. Los motores que construí allí eran exactamente como los había imaginado. No hice ningún intento de mejorar el diseño, me limité a reproducir las imágenes tal y como habían aparecido a mi vista y el funcionamiento fue siempre el esperado.

Por tanto, puede deducirse que, aunque en muchas ocasiones el acceso al CPC ocurre de forma inconsciente como en los sueños, no siendo el individuo capaz de controlar el acceso ni el tiempo de permanencia en él, también es posible acceder y permanecer en el CPC de forma consciente y controlada. Es decir, pudiendo trabajar con las impresiones o imágenes mentales, propias de dicho campo, con la finalidad última de conseguir un resultado. Por tanto, el objetivo último de la metodología propuesta es poder acceder de forma voluntaria al CPC.

3º Considerar que dicho campo dispone de un sistema autónomo de procesamiento de información espacial y simultánea en el que pueden identificarse una serie de características básicas como la voluntad, la percepción, la cognición y la evocación.

Esta premisa está basada fundamentalmente en las teorías psicológicas del pensamiento visual (Arnheim, 2016), así como en los experimentos a los que antes se ha hecho referencia, que apuntan a que en el ser humano existen dos modos diferenciados y autónomos de procesamiento, vinculados con la localización en distintos hemisferios de funciones cognitivas de orden superior, las habilidades lógico-lingüísticas por un lado y las habilidades perceptivo-espaciales por otro. Habilidades, estas últimas, que según parecen indicar los investigadores como Roger Sperry, exhiben características parecidas a las que solemos vincular con el pensamiento racional, lógico-lingüístico como la percepción, la voluntad, la cognición, la memoria y el aprendizaje. Los innumerables testimonios acerca de las experiencias oníricas y no oníricas que conducen a la solución de una idea, nos hablan de un lenguaje basado en imágenes, irracional en el sentido de la lógica, atemporal y no secuencial. Tal y como explica la catedrática de dibujo Betty Edwards (2000), esto no quiere decir que no tenga reglas, pero han de ser diferentes a las del lenguaje verbal.

La primera característica cognitiva, en orden de importancia, no puede ser otra que la voluntad, presente en todo acto humano, consciente o inconsciente, ya que es la base de la motivación. Negar la participación de la voluntad en cualquier proceso cognitivo sería convertir al ser humano en un autómatas sin determinación. Por tanto, el elemento detonante de todo proceso creativo ha de ser una fuerte voluntad controlada y dirigida hacia el objetivo y sostenida en el tiempo. En casi todos los testimonios de procesos creativos importantes, la fuerza de la voluntad es una constante más o menos manifiesta, llegando a mantenerse en el individuo durante grandes lapsos de tiempo, hasta conseguir el fin perseguido.

La siguiente característica necesaria, ha de ser la entrada de información al Campo o lo que es lo mismo, la impresión o generación de imágenes a partir de la percepción. Dichas impresiones o imágenes pueden provenir, en principio, de los sentidos o de la imaginación. Puede deducirse, a partir de las experiencias registradas, que suele ser fundamentalmente la percepción visual la que causa la impresión o imagen mental del Campo, aunque no es la única. Tal y como expuso Hadamard en su estudio sobre la creatividad, Faraday, Galton, Einstein y otros científicos destacados, han explicado la resolución de problemas científicos en base a la percepción de imágenes, no sólo visuales sino de todo tipo. Entre los varios ejemplos, Hadamard cita el siguiente texto (p.148) de la carta que le fue enviada por Einstein con respecto a su pensamiento creativo:

Las palabras o el lenguaje, ya sea escrito o hablado, no parecen jugar ningún papel en mi mecanismo de pensamiento. Las entidades físicas que parecen servir como elementos del pensamiento son ciertos signos e imágenes más o menos claras que pueden reproducirse y combinarse “voluntariamente”. Los elementos antes mencionados son, en mi caso, de tipo visual y muscular. Las palabras u otros signos convencionales tienen que buscarse laboriosamente solo en una segunda etapa, cuando el citado juego asociativo está suficientemente establecido y puede ser reproducido a voluntad.

Otro ejemplo igual de sorprendente, con respecto al pensamiento creativo ligado a la percepción, en este caso auditiva, es el expuesto por Mozart en una carta escrita supuestamente a un desconocido barón, descubierta y publicada por su editor Friedrich Rochlitz, en la que explica (García, 2017 p.19):

Cuando estoy, totalmente solo y de buen humor...es en estas ocasiones que mis ideas fluyen mejor y son más abundantes... Aquellas ideas que me agradan las retengo en mi memoria, y me habito...a tararearlas para mí mismo. Y si continúo de esta manera, muy pronto se me ocurre cómo puedo invertir este o aquel trozo, cómo hacer un buen paté a las reglas del contrapunto, y las sonoridades de los diversos instrumentos, etc. Todo esto enciende mi alma, siempre y cuando no sea molestado, y mi trabajo crece por sí mismo, se metodiza y define, y toda la obra, aunque ésta sea larga, resulta casi lista en mi mente, de tal manera que la abarco en un solo momento como a un hermoso cuadro o a una bella persona, y la escucho en mi imaginación no sucesivamente como ésta debe expresarse después, sino inmediatamente, como si fuera en su totalidad. Toda esta invención, todo este producto, sucede en mí como en un placentero y vívido sueño... Lo que ha sido producido no lo olvido fácilmente...

Con respecto a la cognición o capacidad para reconocer y procesar Las imágenes o impresiones, ésta puede asimilarse al pensamiento visual de Rudolf Arnheim, caracterizado por las capacidades de asociación, comparación, combinación (propias de la imaginación) así como capacidad para encontrar un significado completo, y equilibrado, tal y como hace nuestro hemisferio derecho al reconocer y dotar de significado a las imágenes que percibimos. En este sentido, esta propiedad, estaría directamente relacionada con la intuición, en el sentido de aprehender la verdad, saber lo que es correcto, sin necesidad de

la razón. Dicha forma de trabajar suele encontrarse en casi todos los testimonios que explican el proceso creativo basado en el procesamiento de imágenes, especialmente descriptivo es el caso de Tesla expuesto en su autobiografía.

Por último, la capacidad de evocación de los resultados del CPC es crucial, ya que las ideas creativas no siempre se utilizan en el mismo momento en que se generan, sino que las impresiones pueden guardarse para una utilización posterior. Dicha capacidad depende de los procesos de almacenaje de la información o memoria. El ser humano tiene distintos tipos de memoria ubicadas en zonas diferentes del cerebro. Así, la memoria semántica está localizada en el hemisferio izquierdo mientras que la visual lo está en el derecho (Manzanero & Álvarez, 2015). Por ello, es lógico suponer que la capacidad de evocación de imágenes creativas ha de verse reforzada estimulando la memoria visual.

4º Considerar que el acceso a dicho campo es posible y puede realizarse a través de ciertos elementos facilitadores.

Coherentemente con las premisas de los apartados anteriores, el entrenamiento o aprendizaje del pensamiento creativo debe consistir en facilitar el acceso y la permanencia en el CPC a voluntad, partiendo de la premisa de que dicho Campo se encuentra siempre activo, ya que como se ha expuesto ni siquiera descansa durante el sueño.

Algunos investigadores, del campo de la psicología o la educación, como Ken Robinson (2016), Betty Edwards (2000) y otros, consideran que nuestro sistema de enseñanza tradicional se ha basado en el desarrollo de las habilidades que potencian el pensamiento verbal y racional y que, por lo tanto, estaríamos acostumbrados a utilizar el pensamiento verbal basado en el lenguaje, desarrollando las habilidades lectora y escritora que han demostrado su eficacia a lo largo de los siglos. Poco a poco, sin embargo, comienzan a comprenderse las complejas funciones duales, verbales, perceptivas y espaciales del cerebro y se abren nuevas posibilidades. En este sentido, existen técnicas como la de Betty Edwards que han demostrado ser exitosas, basadas en el entrenamiento de las habilidades perceptivas visuales del hemisferio derecho, mediante el dibujo, facilitando el acceso al modo cognitivo del hemisferio derecho y, por lo tanto, facilitando el acceso al CPC. De igual manera que la percepción visual funciona como facilitador, existen otras habilidades mentales características del modo cognitivo creativo, que también permiten el acceso al CPC.

La propuesta metodológica que se explica a continuación expone los facilitadores encontrados que permitirían el acceso al Campo, así como los medios o técnicas disponibles para cada uno de dichos facilitadores.

3.2 Propuesta metodológica

3.2.1 Facilitadores y técnicas

En este apartado se proponen y analizan los cinco facilitadores o habilidades mentales primarias, encontrados, que permiten de forma general, el acceso al CPC. Asimismo, se proponen una serie de herramientas específicas del entorno del diseño industrial, vinculadas a cada facilitador, que permiten el acceso al CPC, ayudando a superar las barreras que el pensamiento verbal y racional crean:

1º *La concentración.* Desarrollo de la capacidad que permite fijar la atención de forma sostenida en un pensamiento creativo, es decir, en las imágenes o impresiones del Campo. Uno de los aspectos de la concentración más útiles en el ámbito del diseño industrial es la visualización o capacidad de concentrarse en las imágenes del campo hasta ser capaz de verlas mentalmente con total nitidez. Existen distintas herramientas psicológicas que permiten entrenar la concentración, como realizar una sola tarea a la vez, concentrarse con

intensidad en una determinada imagen y luego visualizarla con los ojos cerrados. Concentrarse en las distintas percepciones sensoriales, etc. En el campo del diseño, puede trabajarse esta habilidad mental a través de ejercicios de atención focalizada en el dibujo y en el modelado con arcilla u otros materiales.

2º *La relajación.* Desarrollo de la habilidad mental que permite liberar al cuerpo y a la mente de tensiones y preocupaciones. Al igual que es imposible acceder al estado del sueño sin la capacidad de relajación, es imprescindible la ayuda de la relajación para acceder al CPC a voluntad, no de forma inconsciente como en los sueños. Además, refuerza y complementa la concentración. Puede trabajarse dicha habilidad mediante la concentración en sensaciones internas o ejercicios de respiración abdominal. También se ve reforzada con ambientes relajados y silenciosos, como la naturaleza o en el caso del diseño mediante la práctica de actividades como el dibujo o el modelado.

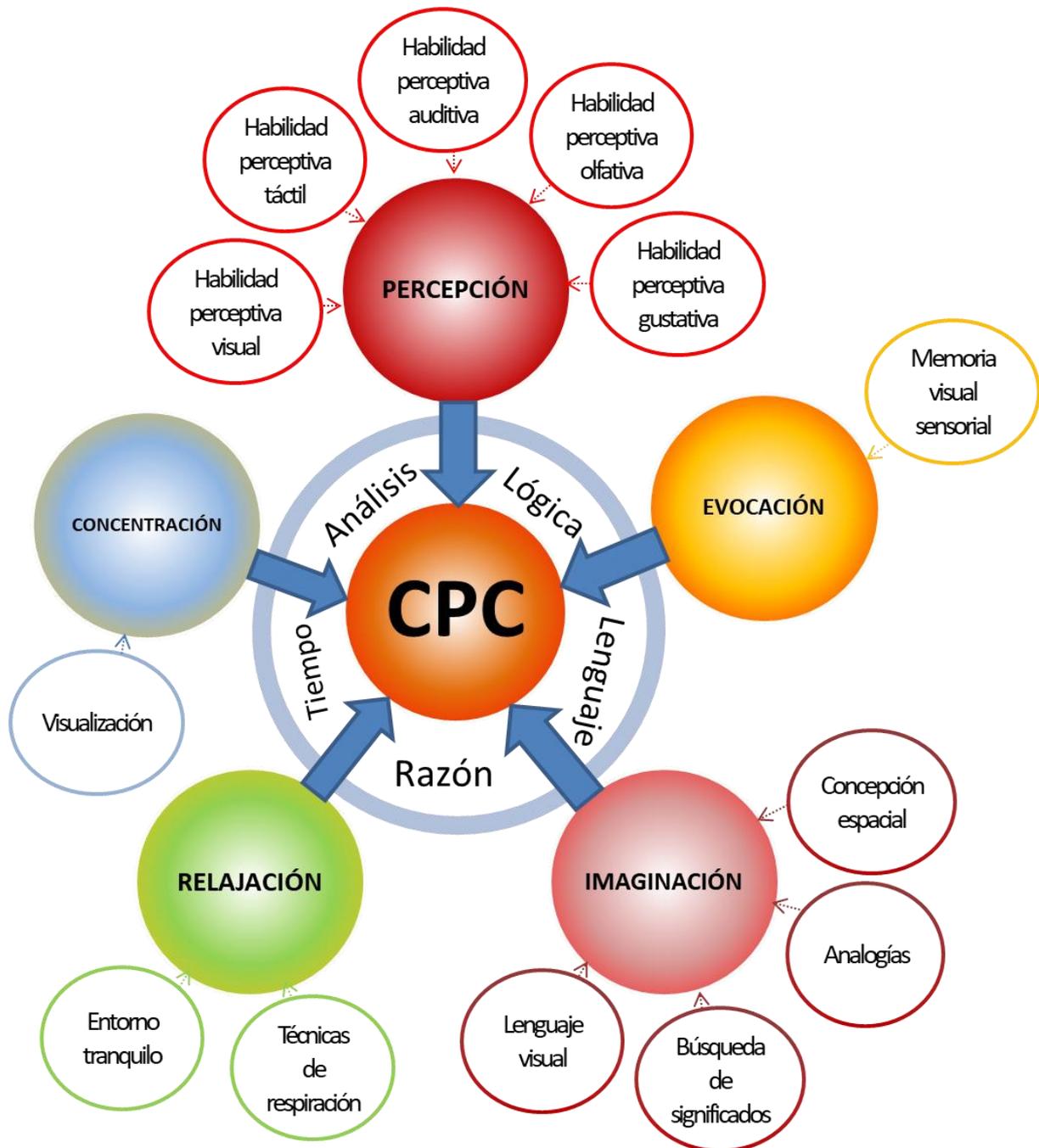
3º *La Percepción.* Desarrollo de la capacidad para centrarse sólo en los estímulos sensoriales con el objeto de potenciar el modo de pensamiento perceptivo-espacial más propio del Campo de Potencial Creativo, evitando la barrera del pensamiento lógico-lingüístico, que impide al parecer acceder al CPC a voluntad. De forma inherente, las habilidades perceptuales se ven reforzadas por las capacidades de concentración y relajación y viceversa. Uno de los métodos más conocidos es el método de Betty Edwards (1990), ya mencionado, que utiliza el desarrollo de cinco habilidades perceptuales visuales para dibujar y por ende para ser más creativo. Dicho método se basa en el desarrollo de las capacidades visuales-espaciales del hemisferio derecho. Según la profesora Edwards, el dibujo sólo requiere desarrollar dichas habilidades perceptivas visuales, es decir, la capacidad de ver correctamente sin intervención del modo lógico y racional del hemisferio izquierdo. Al igual que la habilidad para ver, otras habilidades como la auditiva o la táctil, etc. pueden practicarse con la finalidad, no ya de dibujar, sino de acceder al campo creativo alejándonos del pensamiento lógico lingüístico.

4º *La Evocación.* Desarrollo de la capacidad para recuperar a voluntad las impresiones o imágenes creativas. Puesto que la memoria visual se encuentra en el hemisferio derecho, más vinculado al CPC, parece lógico que la evocación pueda favorecerse mediante el empleo de la memoria visual, imaginando con los ojos cerrados y concentradamente el dibujo o modelado en el que se ha estado trabajando, cada cierto tiempo. También pueden ser muy útiles como entrenamiento los test de memoria visual adaptados al diseño o a la ingeniería.

5º *La Imaginación.* Es la capacidad creativa por excelencia, que permite generar imágenes o impresiones a voluntad. En combinación con las anteriores es la que determina la capacidad para obtener un resultado creativo. Existen distintas herramientas que pueden utilizarse para potenciar la imaginación, aunque es muy importante que dicha imaginación esté convenientemente motivada y dirigida. En el ámbito del diseño son herramientas útiles la concepción espacial, el uso de analogías, la búsqueda de significados a partir de manchas, como en la técnica expuesta por Leonardo Da Vinci y la percepción de las relaciones y los significados en el lenguaje visual del dibujo analógico, tal como lo expone Rudolf Arnheim.

En el esquema de la figura 1, puede verse una imagen representando el CPC como una esfera rodeada por otra externa que representaría el estado cognitivo ordinario regido por el lenguaje, la razón, la lógica, el análisis y el tiempo, de tal manera que el grosor de dicha esfera externa será más o menos gruesa en función de la mayor o menor dificultad que tenga el individuo en acceder al CPC. Los cinco facilitadores mentales están representados por cinco esferas externas direccionadas hacia el CPC, mediante vectores que atraviesan el estado común del pensamiento. Rodeando a los facilitadores se encuentran las técnicas más apropiadas a cada facilitador en el ámbito del diseño industrial.

Figura 1: Facilitadores y herramientas propias de cada facilitador.

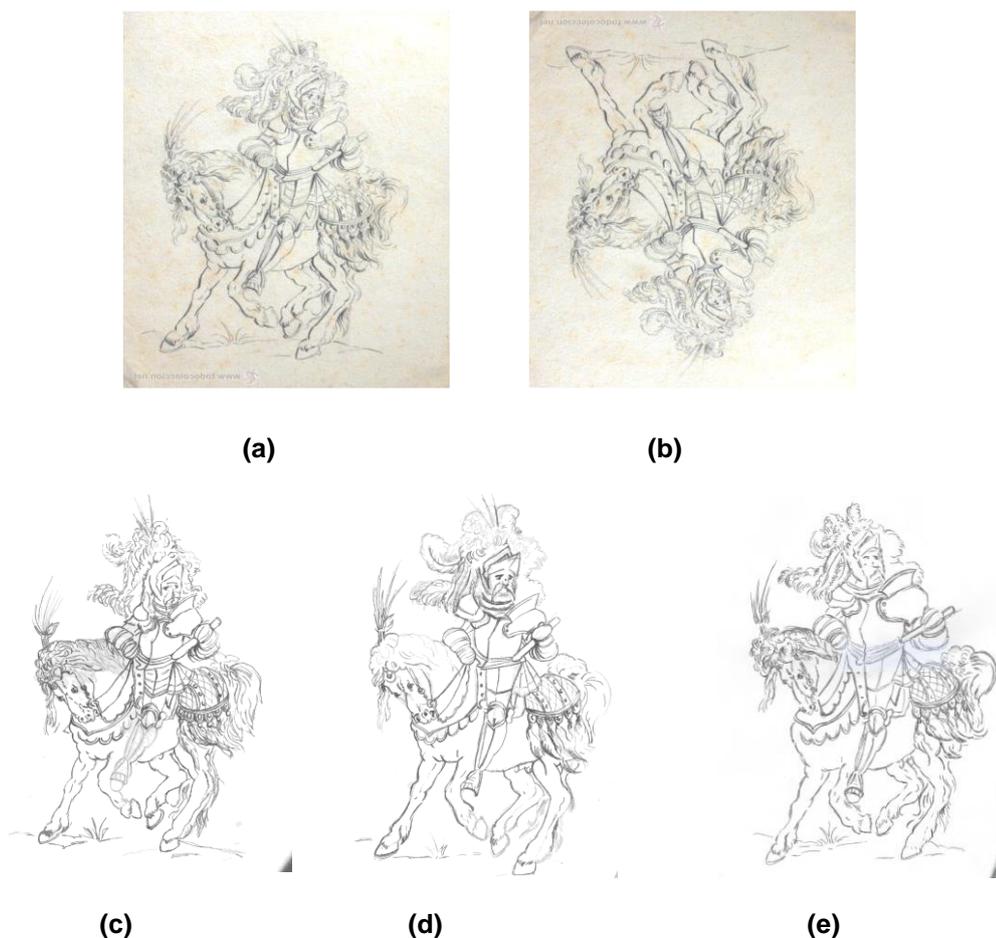


3.2.2 Implementación

La metodología propuesta se ha implementado durante los dos últimos años de forma experimental en la asignatura de creatividad del grado en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la Escuela Técnica de Ingeniería y Diseño Industrial de la UPM. En concreto, se ha utilizado como facilitador perceptivo, la técnica de Betty Edwards reforzada con técnicas de relajación y concentración. La Figura 2 muestra un ejemplo de los ejercicios realizados por los alumnos siguiendo esta técnica. Se trata de un ejercicio preliminar donde los

alumnos copian un dibujo expuesto al revés (Figuras 2a y 2b). Los alumnos (que, por lo general, no tienen una amplia formación en dibujo artístico) copian este dibujo también al revés (centrándose sólo en la percepción de las líneas y huyendo de la interpretación racional del dibujo) lo que facilita el tránsito al estado cognitivo propio del hemisferio perceptivo (vinculado al campo de potencial creativo). En los ejemplos mostrados, en la figura 2 (c, d y e), destaca la notable calidad de los dibujos a pesar de la escasa formación en dibujo artístico.

Figura 2. Dibujo propuesto (a y b) y copias del modelo realizadas por los alumnos (c, d y e).



La utilización de la técnica Edwards, mediante el entrenamiento de cinco habilidades perceptuales, junto con otras relativas a la concentración y relajación ha facilitado el desarrollo de la capacidad creativa de los alumnos en el ámbito del diseño industrial. En este sentido, cabe señalar que, a propuesta del profesorado de la asignatura, los alumnos se han presentado al prestigioso concurso internacional de diseño “James Dyson Award” obteniendo varios premios, lo que demuestra la bondad de las técnicas descritas en el presente artículo para mejorar la creatividad en el ámbito del diseño industrial. En concreto, uno de dichos trabajos recibió el premio nacional en la edición del 2016 y otros dos quedaron finalistas en la 2017 (figura 3).

No obstante, se considera que es posible mejorar el acceso al CPC empleando diferentes facilitadores mediante técnicas simultáneas y/o combinadas por lo que, se está trabajando en el desarrollo de técnicas que involucren a los cinco facilitadores

Figura 3: a, b, RE WATER, sistema de reutilización de aguas grises. Premio Nacional James Dyson, 2016, M. Vázquez, L. Millán, L. Verastegui, S. Bencherif. c, SUNLED, sistema de iluminación interior a partir de luz solar. Finalista James Dyson 2017, A. Cuervo, L. Martín de Santos, A. B. Meliá, C. Rodríguez e I. Torrijos



(a)



(b)



(c)

5. Conclusiones

En el presente trabajo se sientan las bases para una propuesta metodológica específica que mejore la creatividad individual en el proceso de diseño y desarrollo de productos industriales. Para ello, se ha definido un modelo que asemeja la creatividad a un Campo de Potencial Creativo al que es posible acceder mediante una serie de facilitadores. Para el desarrollo de dichos facilitadores se han expuesto las herramientas más adecuadas del entorno del diseño industrial que pueden utilizarse. Finalmente, se han expuestos los resultados de una primera aplicación con varios facilitadores, principalmente un facilitador perceptivo mediante técnicas visuales y de dibujo que ha permitido demostrar la adecuación de la metodología propuesta para posibilitar el acceso al Campo de Potencial Creativo en el ámbito del diseño industrial.

6. Referencias bibliográficas

6.1 Libros

- Arnheim, R. (2016). *El Pensamiento Visual* (5ª ed.). Barcelona: Paidós Estética.
- Bono, E. (1985). *Six Thinking Hats: An Essential Approach to Business Management*. Little Brown & Company.
- Bono, E. (2013). *El Pensamiento Lateral*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Buzan, T. (2013). *Cómo Crear Mapas Mentales*. Barcelona: Urano.
- Edwards, B. (1990). *Drawing On The Artist Within* (3 ed). Glasgow: Williams Collins Sons and Co. Ltd
- Edwards, B. (2000). *Nuevo Aprender a Dibujar con el Lado Derecho del Cerebro*. Barcelona: URANO.
- Einstein, A. & Infeld, L. (1938). *The Evolution of Physics*. New York: Simon and Schuster.
- Gardner, H. (1987). *La Teoría de las Inteligencias Múltiples*. México: Fondo de cultura.
- Gazzaniga, M.S. (2015). *Relatos desde los dos Lados del Cerebro*. Barcelona: Paidós Transiciones.
- Gordon, W.J.J. (1963). *Sinéctica. El Desarrollo de la Capacidad Creadora*. México: Editorial Herreros Hermanos Sucesores.
- Hadamard, J. (1947). Espasa-Calpe. *Psicología de la Invención en el Campo Matemático*. Buenos Aires: Espasa-Calpe.

- Holton, G. (1988). *Thematic Origins of Scientific Thought: Kepler to Einstein*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Kelley, D.&T. (2013). *Creative Confidence. Unleashing the Potential Creative Within us all*. New York: Crown Business.
- Loewi, O. (1960). *Perspectives in Biology and Medicine*, 4. Chicago, USA: University of Chicago Press.
- Manzanero, A.L. & Álvarez, M.A. (2015). *La Memoria Humana*. Madrid: Piramide.
- Ojeda, J. (2001). *Creatividad. Enfoques, Evaluación, Estrategias*. Santiago de Cuba: Editorial Inspiración.
- Osborn, A. (2013). *Applied Imagination. Principles and Procedures of Creative Thinking*. Read Books Ltd.
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. & Grote, K.H. (2007). *Engineering Design. A Systematic approach* (3^a ed). London: Springer
- Poincaré, H. (1908). *Science et Méthode*. París: Flammarion.
- Pugh, S. (1991). *Total Design. Integrated Methods for Successful Product Engineering*. Great Britain: Addison-Wesley publishers.
- Robinson, K. (2016). *Escuelas Creativas: la Revolución que está Transformando la Educación*. Barcelona: Debolsillo.
- Shepard, R.N. (1978). *Visual Learning, Thinking and Communication*. New York: Academic Press.
- Springer, S.P. & Deutsch, G. (2006). *Cerebro Izquierdo, Cerebro Derecho* (7^aed). Barcelona: Gedisa.
- Taylor, J. B. (2015). *Un Ataque de Lucidez*. Barcelona: Debate.
- Wallas, G. (1926). *The art of thought*. New York: Harcourt
- Wertheimer, M. (1982). *Productive Thinking*. Chicago: University of Chicago Press.

6.2 Artículo de revistas

- Benfey, O.T. (1958). August Kekulé and the Birth of the Structural Theory of Organic Chemistry in 1858. *Journal of Chemical Education*, 35, 21-23.
- Diehl, M. & Stroebe, W. (1987). Productivity loss in Brainstorming Groups: Toward the solution of a riddle. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53: 497-509.
- Galin, D. (1974). Implications for Psychiatry of left and right cerebral specialization: A neurophysiological context for unconscious processes in *Archives of General Psychiatry* 31. 572-583.
- García, A. (2017). "Carta a un tal barón von..." de W. A. Mozart sobre el proceso creativo en *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, 39.
<http://dx.doi.org/10.22201/iiie.18703062e.2017.1.2589>
- Moran, J.D., Sawyers, J.K., Fu, V.R. & Milgram, R.M. (1988). Measuring creativity in preschool children. *Journal of Creative Behavior*. 22,4.
- Sperry, R.W. (1966). Brain bisection and consciousness. *Brain and Conscious Experience*. New York: Springer-Verlag, Ed. J. Eccles.

6.3 Symposium

- Getzels, J.W. (1980) The Psychology of Creativity. Carnegie Symposium on Creativity, Inaugural Meeting of the Library of Congress. New York: Morrow.

6.4 Medios electrónicos

- Tesla, N. (2017). *My Inventions, The Autobiography Of Nikola Tesla*.
<http://www.teslasautobiography.com/>