

09-007

### THE IMPORTANCE OF ENVIRONMENT IN TEACHING ENGINEERING CREATIVITY

Chulvi Ramos, Vicente <sup>1</sup>; Royo González, Marta <sup>1</sup>; Felip Miralles, Francisco <sup>2</sup>; Gual Ortí, Jaume <sup>2</sup>; García García, Carlos <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitat Jaume I, Dep. Enginyeria Mecànica i Construcció, <sup>2</sup> Universitat Jaume I, Dep. Enginyeria de los Sistemas Industriales y Diseño

Nowadays, the society is in a constant demand of product design innovation. The importance of on time innovation supposes the success or the bankruptcy of an enterprise. For this reason, lots of research has been based in this topic: creative methods, creative metrics, creative people, creative spaces, etc. But all this research has been focused in the designer or engineer's activity as a professional. Nevertheless, all these variables must have been trained in order that a professional could make profit of them. And the teaching trend up to now remains in the same way: conventional classroom with similar distribution and resources. Given that it has been demonstrated that workspace has influence in creativity results, the present work will address and reflect on the space for creativity teaching. Moreover, the aim was to focus on the aspects to consider for defining an optimal creativity teaching environment, and define the main difficulties that can be found when trying to scientifically validate the experiments focused on verifying the considered hypothesis.

**Keywords:** *creativity; product design; engineering teaching; creative spaces*

### IMPORTANCIA DEL ENTORNO EN LA ENSEÑANZA DE LA CREATIVIDAD EN LA INGENIERÍA

En la sociedad actual, en demanda constante de innovaciones en el diseño de productos, la importancia de innovar a tiempo marca la diferencia entre el éxito o la quiebra de una empresa. Es por ello que multitud de investigaciones se han orientado hacia este campo: métodos creativos, métricas para la creatividad, personas creativas, espacios creativos, etc. Pero todo ello se ha centrado en la actividad del ingeniero o diseñador como profesional. Sin embargo, para que un profesional completo pueda sacar el máximo partido a su creatividad, todas estas variables le deben de haber sido enseñadas. Y, por el momento, la tendencia en la enseñanza se mantiene del mismo modo: en un aula docente, con una distribución igual y unos recursos similares. Puesto que está demostrado que el espacio de trabajo influye en la creatividad de los resultados, el presente artículo pretende plantear y reflexionar sobre el espacio de enseñanza de creatividad. Además, se pretende incidir sobre aquellos aspectos a tener en cuenta para definir un entorno de enseñanza de creatividad óptimo, y definir las dificultades que se pueden encontrar en la validación científica de los experimentos destinados a verificar las hipótesis consideradas.

**Palabras clave:** *creatividad; diseño de producto; enseñanza en la ingeniería; espacios creativos*

Correspondencia: Vicente Chulvi [chulvi@uji.es](mailto:chulvi@uji.es)

## 1. Introducción

En la sociedad actual, en demanda constante de innovaciones en el diseño de productos, la importancia de innovar a tiempo marca la diferencia entre el éxito o la quiebra de una empresa (Alves et al, 2007; Chulvi et al, 2011). Prueba de ello lo podemos ver en la multitud de investigaciones en los campos relacionados con la creatividad, como por ejemplo la elaboración de métodos creativos (Osborn, 1953; Altshuller, 1984), en que ocasiones puede funcionar mejor cada uno de estos métodos (Chulvi et al., 2012), cómo discernir qué es creativo, esto es, métricas para la creatividad (Moss, 1966; Besemer and O'Quin K, 1989), pruebas para discernir el potencial creativo de las personas (Torrance, 1969; Corbalán-Berná, 2003; Artola et al, 2012) o cómo afecta el entorno a la creatividad.

Dentro de los estudios del entorno, muchas son las variables que han sido probadas, tales como la iluminación, los objetos, olores, actividad, supervisión, etc., tal y como puede verse en numerosos trabajos cuyas variables serán analizadas en mayor medida en el presente artículo (McCoy and Evans, 2002; Collado-Ruiz and Ostad-Ahmad-Ghorabi, 2010; Shalley et al, 2000; Sternberg and Lubart, 1997; Gibson et al. 2012; Knasko, 1992; Beghetto, 2005). Sin embargo, para que un profesional completo pueda sacar el máximo partido a su creatividad, todas estas variables le deben de haber sido enseñadas. Y, por el momento, la tendencia en la enseñanza se mantiene del mismo modo: en un aula docente, con una distribución igual y unos recursos similares, si bien ya existen trabajos que versan sobre cómo debe ser el aula creativa, principalmente orientados hacia preescolar (Edwards and Springate, 1995; Faizi et al., 2012), si bien algunos pocos ya han enfocado su investigación hacia edades más adultas (McLellan and Nicholl, 2013). La validación de los resultados en todos estos casos se realiza, generalmente, con encuestas sobre los propios sujetos del experimento, o sobre expertos que observan el mismo.

Puesto que está demostrado que el entorno de trabajo influye en la creatividad de los resultados, el presente artículo pretende plantear y reflexionar sobre el espacio de enseñanza de creatividad. Además, se pretende incidir sobre aquellos aspectos a tener en cuenta para definir un entorno de enseñanza de creatividad óptimo, y definir las dificultades que se pueden encontrar en la validación científica de los experimentos destinados a verificar las hipótesis consideradas. Como resultado del estudio se plantea, también en el propio artículo, una metodología para valorar la influencia de las variables de entorno sobre la adquisición de competencias creativas durante el periodo docente.

## 2. Variables a considerar

En los trabajos analizados podemos ver la amplia variedad de factores del entorno que pueden afectar a la creatividad durante el proceso creativo. Básicamente se pueden catalogar en tres categorías diferentes: aquellos pertenecientes a la actividad en sí; los factores referentes al clima social; y los parámetros relativos al espacio físico. Puesto que hay cierta controversia en definir a los factores pertenecientes a la actividad en sí como internos o externos, nos referiremos a los segundos como aquellos que, ajenos al problema o al método de resolución aplicado, pueden afectar a la motivación del sujeto o a su percepción de la meta a alcanzar. Esto es, la propia motivación frente al problema, la autonomía para aplicar un método u otro (independientemente del método seleccionado), los límites o campos en dónde se puede buscar la solución (restricciones del problema) o el saber si su trabajo va a ser evaluado o no, y para qué es el resultado de dicha evaluación,

son considerados factores del entorno pese a estar directamente relacionados con la actividad en sí.

La segunda categoría de factores pertenece al grupo social. En este punto se incluyen tanto los factores de clima del grupo (compañeros, equipo de trabajo...) como aquellos relacionados con el tipo de supervisión, bien sea del jefe en el ámbito organizacional, como el profesor en el ámbito académico. En este ámbito nos encontraríamos también con factores que afectan a la motivación, como el nivel de competición entre equipos de trabajo o el tipo de recompensa de la organización. Los factores de la atmósfera social serían aquellos referentes a la confortabilidad de los individuos dentro de su grupo: tipo cooperación y voluntad de cooperar, nivel de amistad del grupo, humor.

En la última categoría se incluyen aquellos parámetros referentes al entorno físico en dónde se realiza la actividad creativa. El primero de ellos se refiere al espacio en dónde se lleva a cabo dicha actividad creativa: si estamos en un espacio natural o artificial, si la actividad se realiza en el interior o en el exterior. Una vez determinado el lugar de trabajo, se debe de tener en cuenta el estímulo a las percepciones que nos va a rodear. Las investigaciones realizadas en este aspecto señalan que tanto la cantidad como la calidad de la luz, los colores que nos rodean o incluso los ruidos o los olores presentes pueden influir en el grado de creatividad de las personas. Además de ello, influye el mobiliario presente: si es cómodo o funcional, si tiene texturas rugosas o lisas, si es de materiales naturales o sintético, si está dispuesto de modo que promueva la sociabilización (sociópeta) o más bien el trabajo autónomo con menor contacto social (sociófugo), o si hay plantas vivas alrededor. Por último, también se debe considerar relativo a los objetos presentes los estímulos que pueda generar. Esto es, si hay muchos o pocos objetos, si están ordenados o desordenados, utilizar trabajos creativos (propios o de terceros) como elementos decorativos, o la variedad de material de trabajo al alcance del usuario son variables que también influyen en la creatividad.

Para la presente propuesta, puesto que lo que se pretende valorar son los factores que influyen en la enseñanza de la creatividad, se deben de excluir en primer lugar aquellos relacionados con la actividad en sí. Esto es, lo que se pretende valorar no es si el resolver un problema de un modo u otro, o con mayor o menor motivación influye en la creatividad de los resultados, sino que se pretende comparar el nivel de las competencias adquiridas previamente a realizar una actividad concreta.

En cuanto a los factores sociales, la enseñanza se realiza en un clima académico, en dónde todos los individuos son estudiantes de un rango similar de edad, y los grupos de trabajo son usualmente creados en función de la amistad generada por su coincidencia en cursos anteriores. Por tanto, son parámetros que parecen estables y en los que, por tanto, parece innecesario analizar en mayor profundidad. En el aspecto social, sobre el que parece que se pueda actuar en mayor medida, y por tanto puede ser una variable de estudio, es la actitud del profesor.

Es en la categoría de entorno físico en dónde parece que más variables puedan ser modificables durante el proceso de adquisición de competencias creativas, y por tanto objeto de estudio. La Tabla 1 recopila las diferentes variables que pueden ser estudiadas y que, por tanto, debemos tener en cuenta al plantear una propuesta metodológica.

**Tabla 1. Parámetros referentes al espacio físico que afectan a la creatividad**

Parámetro	Variables
Estímulos presentes	Decoración referente a trabajos previos (propios o de otros autores) Cantidad de objetos presentes Material de trabajo (colores, pinturas, arcillas...) Orden o desorden de los objetos
Mobiliario	Texturas: rugosas, lisas Materiales: naturales o artificiales Plantas Organización del mobiliario: sociópeta o sociófuga Confort
Lugar	Espacio natural, entorno urbano, interior Visión libre (transparencias) o bloqueada Colores
Estimulación de los sentidos	Luz natural o artificial Calidad y cantidad de la iluminación Olores Ruido

### 3. Propuesta metodológica

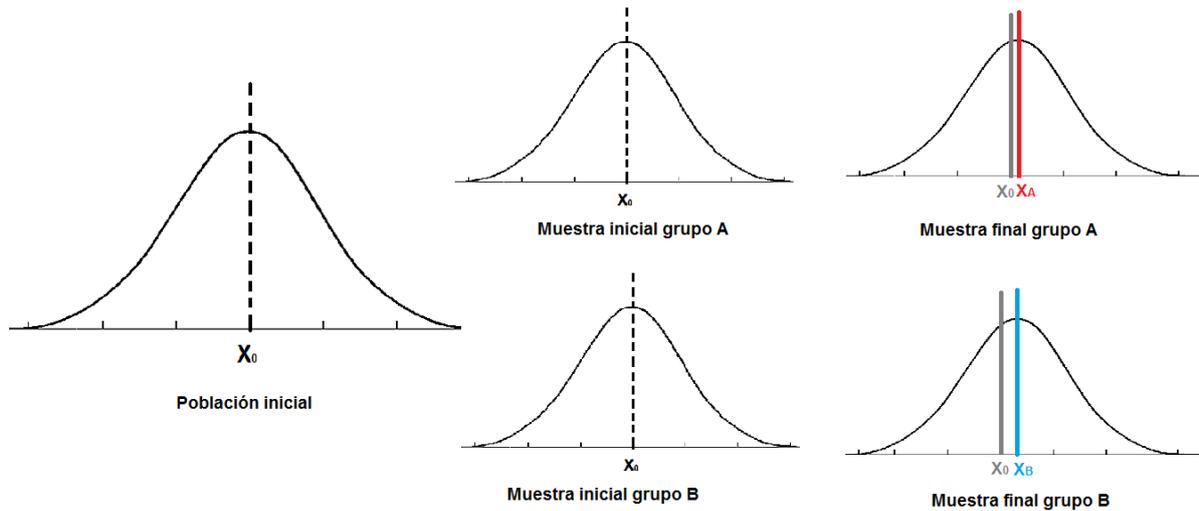
#### 3.1 Consideraciones iniciales

Al tratarse de valorar el grado de adquisición de competencias de capacidad creativa por un individuo, surgen dos problemáticas respecto a la preparación del experimento. Por un lado, no se puede utilizar al mismo individuo en los dos escenarios a analizar (escenario sin la variable que potencia la creatividad vs escenario con ella), puesto que una vez pasa por uno de ellos ya ha adquirido competencias en mayor o menor medida, y en el segundo ya no se partiría del mismo punto inicial. Por otro lado, para medir el incremento de la competencia creativa se debería de valorar de algún modo tanto al inicio como al final, pero surge el inconveniente de que pasar el mismo test de inteligencia creativa dos veces al mismo individuo en un margen corto de tiempo puede falsear los resultados, puesto que en la segunda vez el sujeto ya conocerá las preguntas de antemano y ya habrá tenido más tiempo para pensar su respuesta. Del mismo modo, utilizar dos test de inteligencia creativa diferentes tampoco parece aconsejable, pues las escalas de valoración y los pesos asignados tipos de inteligencia creativa serán diferentes en cada uno de ellos, por lo que pueden no estar midiendo exactamente lo mismo, y por tanto la comparación carecería del rigor suficiente.

La solución pasa por considerar como buena una de las dos hipótesis siguientes:

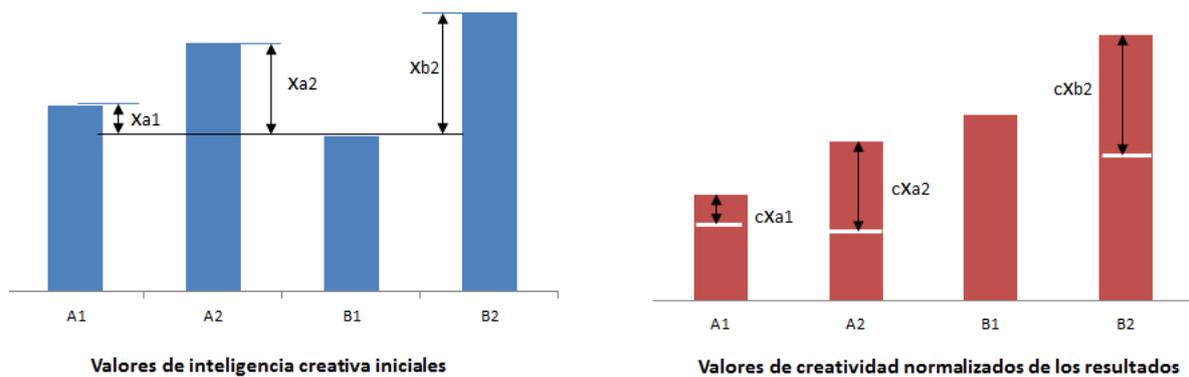
- a) La muestra es homogénea. Realizar el estudio utilizando sujetos de un mismo curso y una misma asignatura puede llevar a asumir que disponemos de un grupo homogéneo, estudiantes que han recibido una misma preparación, con lo que poseerán unas competencias similares y podemos suponer que presentarán una distribución normal en la competencia de capacidad creativa. Con ello se supone que si se divide la muestra en

dos grupos aleatorios, cada uno de los grupos mostrará una distribución igual en cuanto a capacidad creativa, y será la influencia de la variable de entorno objeto de estudio la que modificará la media de sendos grupos (Figura 1)



**Figura 1: Consideración de la hipótesis 1**

- b) Las personas con inteligencia creativa más elevada proveerán de soluciones más creativas. Asumiendo este hecho como cierto se podría analizar el nivel de inteligencia creativa de los sujetos antes de la experiencia para con ello poder normalizar el valor de creatividad de los resultados finales de los dos grupos y poder compararlos (Figura 2). Esta segunda opción, sin embargo, generaría más controversia al querer vincular directamente la inteligencia creativa con los resultados creativos.



**Figura 2: Consideración de la hipótesis 2**

Puesto que la hipótesis B puede crear más controversia, al tratarse de una afirmación que puede generar un mayor debate, queda como mejor opción asumir la hipótesis primera, de que la población de una misma aula de un mismo curso va a tener una distribución normal homogénea, y por lo tanto, el dividir en dos dicha muestra debe conducir a dos grupos con la misma distribución normal.

### 3.2 Realización de los experimentos

Pese a no ser la recomendada por los autores, si se opta por asumir la hipótesis 2, toda la muestra debe de ser evaluada mediante un test de inteligencia creativa en una sesión previa en la misma sala. La sala debe de ser un aula docente común, sin estímulos que puedan condicionar los resultados, y debe ser la misma en la que se realizará la evaluación final de la creatividad.

La muestra se debe dividir en dos grupos aleatoriamente. Uno de los grupos recibirá la formación sobre creatividad en un aula yerna, sin estímulos, mientras que el otro la recibirá en otra provista de los estímulos sobre los que se quiera comprobar si influyen en la asimilación de competencias creativas. Es importante el cambiar sólo los factores de estudio y mantener todos los demás factores constantes en la medida de lo posible. Esto es, mantener el mismo profesorado en los dos grupos, el mismo rango horario del día en el que se impartirán las clases, mismo temario, etc. Se recomienda dar a la formación una duración consecuente y suficiente para para una correcta adquisición de competencias de creatividad, esto es, asegurarnos de que los valores finales reflejarán las competencias adquiridas en el entorno del experimento, y no las competencias previas. Un mínimo de 4 o 5 sesiones de dos horas y un máximo de un semestre lectivo completo se ve como rango adecuado.

Al finalizar el periodo de docencia determinado, se les pasará la prueba de evaluación de nivel de competencia creativa adquirida, bien test o resolución de problema (ver punto siguiente). Dicha prueba debe realizarse para los dos grupos en la misma aula carente de estímulos condicionantes que la evaluación inicial, si la hubiera, tal y como se ha explicado al principio del presente punto. La figura 3 resume el proceso de realización de los experimentos.

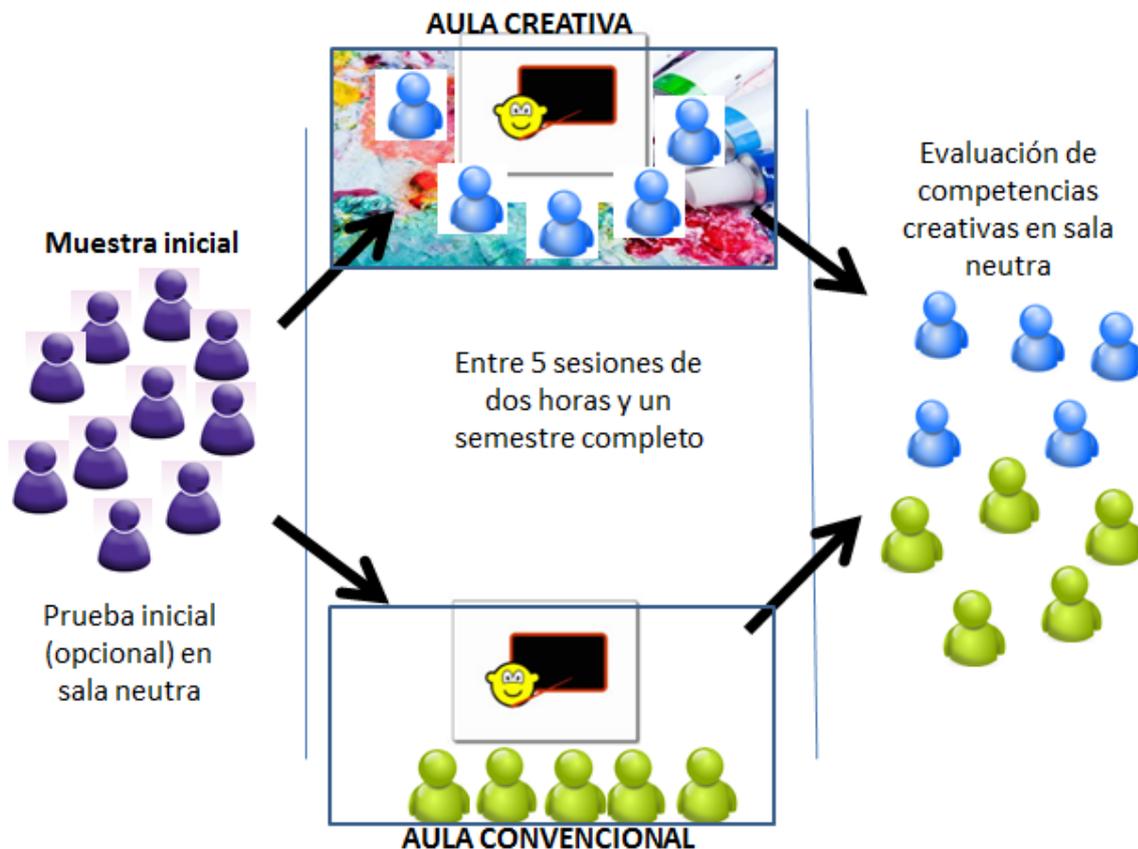


Figura 3: Proceso de realización de los experimentos

### 3.3 Evaluación de los resultados

Para la evaluación de los resultados tenemos dos alternativas: evaluar el potencial creativo de los individuos o evaluar la creatividad de los resultados que proporcionan.

Para evaluar el potencial creativo de los alumnos se deberá buscar una herramienta psicológica de medida de inteligencia creativa validada para la población a la que pertenezca la muestra. Por ejemplo, población adulta española para el caso de la docencia en una universidad española. En este punto se deberá tener en cuenta que, en caso de tener alumnos internacionales en el aula se deberá evaluar tomando en consideración la baremación de su país de origen si se quiere incluirlos en el experimento. Cuestionarios que valdrían para el caso serían el PIC-A (Artola et al, 2012) o el CREA (Corbalán-Berná et al, 2003). Hay que tener en cuenta, sin embargo, que los test de inteligencia creativa miden el potencial creativo del individuo como un factor ligado al propio individuo y, si bien es mejorable con la experiencia, depende de otros factores temporales y emocionales del individuo independientes de las competencias adquiridas por el mismo.

Por otro lado, para evaluar la creatividad de los resultados del trabajo creativo se les debe de proponer a los alumnos un ejercicio de diseño creativo y evaluar posteriormente la creatividad de los mismos. Para evaluar la creatividad se puede utilizar la escala de Moss (1966) si se quiere evaluar por el propio profesor/investigador, o la métrica CPSS (Besemer and O'Quin K, 1989) si se dispone de acceso a un grupo de evaluadores más elevados.

### 4. Discusión y conclusiones

En el presente trabajo se muestra un estudio sobre la problemática de establecer una metodología para analizar la influencia del entorno para la adquisición de competencias creativas en el ámbito de la docencia. Dada la peculiaridad del caso, se ha propuesto una metodología basada en dos supuestos:

Primero, la muestra es homogénea y con una distribución normal de potencial creativo. Para ello se debe de conseguir una muestra lo más homogénea posible en cuanto a experiencia, espectro social y conocimientos adquiridos. Un grupo de estudiantes del mismo nivel parece una opción razonable.

Segundo, que las capacidades creativas adquiridas se pueden valorar con los resultados a problemas creativos presentados a los individuos estudiados. Ello conlleva la resolución de un mismo problema creativo a toda la población estudiada, en las mismas condiciones de entorno, para que éstas no influyan en el resultado.

Además de ello, la duración del estudio deberá conllevar un número de sesiones teórico-prácticas suficientes para poder asegurar una correcta adquisición de las competencias creativas de un individuo medio, en las que sólo cambie la variable de entorno a estudiar para sendos grupos de individuos.

Como conclusión, con la metodología presentada se pretende crear un marco fundamentado y estandarizado para poder analizar aquellas variables de entorno que puedan afectar en el proceso de adquisición de competencias creativas. Con ello se pretende poder crear un aula diferente de la estándar en dónde se potencie el aprendizaje de dichas competencias creativas.

En el trabajo futuro pretende probar la metodología propuesta con factores de entorno que se han demostrado que afectan a la creatividad de los resultados durante el proceso creativo, para ver si estos, a su vez, también influyen durante el proceso de adquisición de las competencias creativas. Dichas variables de estudio engloban estímulos presentes, mobiliario, estimulación de los sentidos i ubicación.

## Referencias

- Altshuller, G. (1984) Creativity as an exact science: the theory of the solution of inventive problems. Luxembourg: Gordon and Breach Science Publishers. ISBN 0-677-21230-5 3.
- Alves, J., Marques, M.J., & Saur, I.(2007) Creativity and innovation through multidisciplinary and multisectoral cooperation. *Creativity and Innovation Management*, 16, 27-34.
- Artola, T., Barraca, J., Mosteiro, P., Ancillo, I., Poveda, B., & Sánchez, N. (2012). PIC-A. Prueba de Imaginación Creativa para Adultos. Tea ediciones
- Beghetto, R. A. (2005). Does assessment kill student creativity?. *The Educational Forum*, 69(3), 254-263.
- Besemer, S.P. & O'Quin, K. (1989). The development, reliability and validity of the revised creative product semantic scale. *Creativity Research Journal*, 268-279
- Chulvi, V., Ruíz-López, J., & Vidal, R. (2011). Enfoque metodológico para la innovación en empresas. *DYNA*, 86(4), 397-404.
- Chulvi, V., Mulet, E., Chakrabarti, A., López-Mesa, B., & González-Cruz, C. (2012). Comparison of the degree of creativity in the design outcomes using different design methods. *Journal of Engineering Design*, 23(4), 241-269.
- Collado-Ruiz, D., & Ostad-Ahmad-Ghorabi, H. (2010). Influence of environmental information on creativity. *Design Studies*, 31(5), 479-498.
- Corbalán-Berná, F.J., Martínez-Zaragoza, F., Donolo, D.S., Alonso-Monreal, C., Tejerina-Arreal, M. & Limiñana-Gras, R.M. (2003). Inteligencia creativa: Una medida cognitiva de la creatividad (CREA). TEA: Madrid.
- Edwards, C. P., & Springate, K. W. (1995). Encouraging Creativity in Early Childhood Classrooms. ERIC Digest.
- Faizi, M., Azari, A. K., & Maleki, S. N. (2012). Design Principles of Residential Spaces to Promote Children's Creativity. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 35, 468-474.
- Gibson, C., Brennan-Horley, C., Laurenson, B., Riggs, N., Warren, A., Gallan, B., & Brown, H. (2012). Cool places, creative places? Community perceptions of cultural vitality in the suburbs. *International Journal of Cultural Studies*, 15(3), 287-302.
- Knasko, S. C. (1992). Ambient odor's effect on creativity, mood, and perceived health. *Chemical Senses*, 17(1), 27-35.
- McCoy, J. M., & Evans, G. W. (2002). The potential role of the physical environment in fostering creativity. *Creativity Research Journal*, 14(3-4), 409-426.
- McLellan, R., & Nicholl, B. (2013). Creativity in crisis in Design & Technology: Are classroom climates conducive for creativity in English secondary schools?. *Thinking Skills and Creativity*, 9, 165-185.
- Moss, J., (1966) Measuring creative abilities in junior high school industrial arts. American Council on Industrial Arts Teacher Education: Washington, DC.
- Osborn, A. (1953) Applied imagination: principles and procedures of creative thinking. New York: Charles Scribner's Sons. ISBN 978-0023895203
- Shalley, C. E., Gilson, L. L., & Blum, T. C. (2000). Matching creativity requirements and the work environment: Effects on satisfaction and intentions to leave. *Academy of Management Journal*, 43(2), 215-223.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1997). La creatividad en una cultura conformista: un desafío a las masas. Paidós Ediciones: Barcelona
- Torrance E.P. (1969). Torrance test of creative thinking: Norms-technical manual, MA: Ginn, Lexington.