Competencia Creativa en estudios de grado en Ingeniería
Creative skill in Bachelor studies of Engineering

Jose Luis Saorín[1], Jorge de La Torre-Cantero[1], Dámari Melián-Díaz[1], Cecile Meier[1] , Yolanda Lifante[2]
jlsaorin@ull.es, jcantero@ull.edu.es, damarimd@gmail.com, cecilemeier023@gmail.com, yolanda.lifante@uv.es

[1]Departamento Técnicas y Proyectos
Arquitectura e Ingeniería.
Universidad de La Laguna
La Laguna, España

[2] Departamento de Ingeniería Química
Universidad de Valencia
Burjassot, España

La definición y clasificación de las competencias en el Espacio Europeo de Educación Superior se basa en el proyecto Tuning. Este proyecto incluye, como una competencia genérica, la capacidad de generar nuevas ideas (creatividad), en las universidades españolas se mencionan en los libros blancos de Ingenierías. La importancia de la creatividad en la enseñanza de la ingeniería es un aspecto cada vez más importante en muchos países, aunque todavía no es un enfoque generalizado. Durante los cursos 2013-2014 y 2014-2015 se ha medido la creatividad de alumnos de primero de la Universidad de La Laguna y la Universidad de Valencia con el llamado Test de Abreacción de la Creatividad. En este artículo se detalla un experimento llevado a cabo con 107 alumnos de tres carreras de Ingeniería y Bellas Artes. De esta manera se puede obtener un resultado objetivo sobre el valor de la creatividad que poseen alumnos y compararlo con estudios de carácter creativo.

Palabras clave: Creatividad, Ingeniería, Educación

The definition and classification of student´s capacities in the European Higher Education Area are based on the Tuning project. This project includes, as a generic skill, the ability to generate new ideas (creativity), in Spanish universities are mentioned in the White Papers of Engineering. The importance of creativity in engineering education is an increasingly important aspect in many countries, although it is not yet widespread approach. During the 2013-2014 and 2014-2015 courses it has been measured the creativity of freshmen students at the University of La Laguna and the University of Valencia with the Abreaction Test of Creativity. In this paper an experiment conducted with 107 students from three different Bachelor of Engineering and Fine Arts is detailed. With this experiment it is obtenied objective result of the creativity skill that have students and can be compared.

Keywords: Creativity, Engineering, Education

1. INTRODUCCIÓN

Fomentar y proporcionar oportunidades que inciten la creatividad en estudiantes de ingeniería es uno de los retos que se espera hoy en día de instituciones como la Universidad (C. Baillie, 2002). Se busca que los ingenieros sean personas capaces de resolver problemas de manera original y creativa, así como que tengan un pensamiento crítico tanto individual como colectivo, dado que necesitan una mente creativa para poder diseñar productos o buscar soluciones que mejoren los ya existentes. Se debería intentar fomentar un modelo de enseñanza creativo con el cual se aprendan estrategias orientadas a la resolución de problemas y a través de la cual se ayude a los alumnos a aprender más acerca de sus propias habilidades creativas, logrando un mayor éxito y satisfacción personal a través de los esfuerzos creativos (Liu, Z. E., & Schönwetter, D. J., 2004).

Existen investigaciones en Estados Unidos y Europa (M. C. Shaw, 2001, J. C. Martin, 1991) que muestran que en la actualidad las empresas buscan personas creativas e innovadoras, debido, entre otras cosas a que dichas empresas se enfrentan cada día más a nuevos retos y por lo tanto, necesitan personal capaz de solventarlos de manera eficaz. Son ese tipo de profesionales, con iniciativa, alta inteligencia emocional y sobre todo creativas, las más capacitadas para cumplir las espectativas que las nuevas empresas exigen. Por este motivo, es importante incorporar la competencia artística y creativa dentro de estudios donde a priori, no deberían tener una especial importancia, intentando mejorar así aspectos como la búsqueda de diferentes soluciones a un mismo problema.

En este articulo se pretende esclarecer el concepto de creatividad, ver que instrumentos permiten medirla y medir el valor de dicha competencia en estudiantes de primero de grado de ingeniería. Adicionalmente se pretende comparar dichas mediciones con alumnos de estudios de carácter eminentemente creativo como por ejemplo BBAA. Este un primer paso necesario para poder establecer estrategias educativas que permitan la mejora de la competencia creativa en estudios de ingeniería.

2. CONTEXTO

A. Creatividad como competencia en ingeniería

Actualmente el plan de estudios de la Educación Superior está diseñado en base a la adquisición de habilidades. El término "competencia" viene definido por la Comisión Europea como la capacidad demostrada para utilizar los conocimientos y habilidades, siendo el conocimiento el resultado de la asimilación de información que tiene lugar a lo largo del aprendizaje.

Una competencia prevista en los estudios de ingeniería es la capacidad de visión espacial. Esta competencia también es considerada por varios autores como fundamentales para la realización de tareas de ingeniería (Adánez, G.et al., 1992). Hay mucha investigación para mejorar y medir las habilidades espaciales (Saorín, J. et al, 2009). Resolver problemas de forma creativa es otra habilidad genérica que aparece en carreras de ingeniería. La definición y clasificación de las competencias en el Espacio Europeo de Educación Superior se basa en el proyecto Tuning (Proyecto Tuning, Competencias, 2014). Este proyecto incluye, como una competencia genérica, la capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) y en las universidades españolas se mencionan en los libros blancos de Ingenierías (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, 2014). La importancia de la creatividad en la enseñanza de la ingeniería es un aspecto cada vez más importante en muchos países, aunque todavía no es un enfoque generalizado (Liu, ZE, et al., 2004).

Además, las instituciones como la Academia Nacional de Ingeniería en los EE.UU. en su informe estratégico El Ingeniero de 2020 (Academia Nacional de Ingeniería, 2004, Academia Nacional de Ingeniería 2005), afirma que las Humanidades y las Ciencias Sociales, Comunicación y Habilidades de presentación son más, o al menos igual de importantes que el conocimiento técnico de un ingeniero profesional. Precisamente, en este informe en particular, se dice, "Es apropiado que los ingenieros sean educados para entender y apreciar la historia, la filosofía, la cultura y las artes, junto con los elementos creativos de todas estas disciplinas".

Debido a esto, las escuelas no deberían seguir enseñando disciplinas aisladas, sino avanzar hacia una educación centrada en el humano. Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) deben incluir Arte y Diseño para favorecer la creatividad junto con el razonamiento y por lo tanto, tienden a un nuevo acrónimo para producir vapor ("A" es para las Artes y el Diseño). Este nuevo concepto hace hincapié en el pensamiento a largo plazo para los profesionales de la ingeniería, ya que toma en cuenta el hecho de que el mundo se ha movido en una fase de cambio continuo en el que tienen que estar constantemente adaptándose a las nuevas realidades de trabajo (Boy, GA, 2013).

B. Definición de creatividad

Existen numerosos estudios sobre temas relacionados con la creatividad, intentando en muchos casos aportar una definición. Las opiniones para definir este concepto son dispares llegando incluso a asumirla como irrealizable (Corbalán et al., 2006). Sin embargo, existe una gran variedad de definiciones realizadas a lo largo de la historia:

Según Tatarkievicz (1998), la historia del término creatividad ha pasado por cuatro fases:

- Durante casi mil años este concepto no existió; solo los romanos utilizaban el término creator como sinónimo de padre o fundador.
- Durante los mil años siguientes se empleaba creator en el ámbito de la Teología para designar a Dios.
- En el siglo XIX se incorpora dicho término al arte, con la acepción de 'propiedad de los artistas', y aparece el sustantivo creatividad para hacer referencia a sus obras.
- A partir del siglo XX el vocablo creatividad ya denota cualquier ámbito de la cultura humana: ciencias, política, arte, tecnología, religión, etc. Su uso es ambiguo, dado que los referentes que designa abarcan elementos de naturaleza distinta, como son proceso, el producto, la persona o el ambiente.

La revisión histórica de algunas de las definiciones recientes más significativas sobre la creatividad, permite concluir que se agrupan en cuatro tipos según el elemento creativo: la persona creativa, el proceso creativo, el producto creativo desarrollado y el clima o contexto en que se crea. (Tesis Lifante Y. 2011)

Algunas de las definiciones más recientes sobre la creatividad son las siguientes:

Saturnino de la Torre (1991) considera a la persona como núcleo del concepto de creatividad, al definirlo como «un potencial humano que podemos definir sencillamente como la capacidad de tener ideas propias y comunicarlas». Otra definición centrada en el individuo creativo es la de Gardner (1995), pero menciona la influencia del clima o contexto: «es una persona que resuelve problemas con regularidad, elabora productos o define cuestiones nuevas en un campo de un modo que al principio es considerado nuevo, pero que al final llega a ser aceptado en un contexto cultural concreto».

En esta misma línea, Saturnino de la Torre (1991) también expone que «en todo acto creativo nos encontramos con una persona capaz de percibir estímulos del medio, transformarlos de modo original o nuevo y comunicarlos. Dicho más sencillo, de tener ideas personales y saber comunicarlas». Como se deduce de las afirmaciones de ambos autores, la creatividad involucra procesos cognitivos (por ejemplo, flexibilidad, fluidez, originalidad y generación de conexiones novedosas), procesos afectivos (tales como la apertura, la inclinación a tomar riesgos, la persistencia, la tolerancia a la ambigüedad y la gestión de las emociones durante el proceso creativo) y procesos neurológicos, sociales y de comunicación, entre otros, por lo que su estudio no puede abordarse desde un solo punto de vista.

Alonso Monreal (1997) define la creatividad como «la capacidad de utilizar la información y los conocimientos de forma nueva, y de encontrar soluciones divergentes para los problemas». Por su parte, Blanco (2009) explica que esta es «la capacidad o aptitud para generar alternativas a partir de una información dada, poniendo el énfasis en la variedad, cantidad y relevancia de los resultados. Se trata de cualquier acto, idea o producto que transforma un campo ya existente en uno nuevo». Estas dos ultimas definiciones son las que más se acercarían al concepto que se busca en los alumnos de Ingeniería de la ULL, el de buscar diferentes soluciones a un mismo problema.

C. Instrumentos que miden la creatividad

Los test de creatividad se originan en la Segunda Guerra Mundial, momento en que las fuerzas aéreas encargaron a J.P. Guilford, psicólogo de la Universidad de California, que

estudiara la manera de seleccionar pilotos que, ante una situación de emergencia, reaccionaran con una conducta original, con la que el piloto lograra salvar tanto su vida como el avión. Tras la investigación de este autor, se han publicado más de 155 recursos para evaluar la creatividad. No obstante, con anterioridad a Guilford, ya se habían evaluado los indicadores de la creatividad por parte de otros autores en los campos de la música (Test de Aptitudes Musicales de Seashore, apud Hervitz 2010) y las artes visuales (Lewerenz, apud Hervitz 2010). Es más, la evaluación de indicadores como la individualidad y el asociacionismo se remonta a 1910 (Test de Libre Asociación de Kent- Rosanoff, apud Hervitz 2010).

Se ha considerado apropiado explicar brevemente los 4 instrumentos de medida más utilizados en España donde se mencionan los rasgos que se valoran en cada instrumento, los factores que estudia, y su adecuación o no para el objeto de análisis que nos ocupa:

- La batería de la creatividad de Guilford (1971): Este instrumento valora los rasgos de fluidez, flexibilidad, originalidad, elaboración y sensibilidad. Analiza los factores fundamentales correspondientes al pensamiento divergente, por ser este el que se interpreta de ordinario como correspondiente a la creatividad.
- Los Test de Pensamiento Creativo de Torrance (TTCT) (1966): Los rasgos que se valoran en este test son los de fluidez, flexibilidad, originalidad, elaboración, inventiva y penetración. Estudia una capacidad creativa general, busca modelos del proceso creador en su desarrollo natural, lo que a su vez confiere a los test una capacidad de manejo metodológico más accesible y una buena fiabilidad de los resultados.
- El test CREA de Corbalán et al. (2006): Esta herramienta se puede aplicar con individuos de 6 años de edad en adelante, tanto hombres como mujeres, y resulta útil en los ámbitos clínico, educativo y organizacional, y en la práctica de las artes, diseño y publicidad. A diferencia de la batería de Guilford, que toma en consideración los cinco factores anteriormente mencionados, el test CREA propone una medida única de la creatividad, ya que se estudia como un estilo psicológico. Así, el CREA utiliza como procedimiento para medir la creatividad la capacidad del sujeto para elaborar preguntas, que sirven como indicador.
- El test de Abreacción para Evaluar la Creatividad (TAEC). Esta prueba se puede aplicar desde preescolar hasta la edad adulta, es un test gráfico-inductivo de complección de figuras, es por este motivo por el que se ha elegido este test para realizar esta experiencia.

3. Descripción

A. Metodología

Este estudio tiene como objetivo medir la creatividad y realizar una comparativa entre alumnos de primer curso de cuatro carreras universitarias, tanto de la Universidad de La Laguna como de la Universidad de Valencia. Para la medición de la creatividad se ha utilizado el TAEC, Test de Abreación de la Creatividad, de Saturnino de la Torre el cual se explicará más adelante. La prueba se ha realizado con 107 alumnos (Figura 1) de diferentes carreras, de carácter tanto técnico como artístico. Se decide pasar el test a alumnos de primero de carreras de Ingeniería porque se entiende que todos están al mismo nivel educativo y creativo. Una de las muestras es pasada a alumnos de primero de Bellas Artes ya que previamente han cursado un Bachillerato de Arte se quiere comprobar si presentan una puntuación mayor en el test.

Se programan cuatro sesiones, una por cada grupo, durante dos cursos académicos. El primer test se le pasa a 20 alumnos del primer curso de Ingeniería Química de la Universidad de Valencia durante el segundo Cuatrimestre del curso 2013/2014. La segunda muestra se realiza con 45 alumnos de primero de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática durante el primer Cuatrimestre del curso académico 2014/2015 en la Universidad de La Laguna. Para la tercera muestra se han cogido datos de 17 alumnos de primero de Bellas Artes durante el segundo Cuatrimestre también de la Universidad de La Laguna y en este curso 2014/2015. Por último, se realiza el test a 25 alumnos de primero de Ingeniería Informática de la Universidad de La Laguna durante el segundo Cuatrimestre de este curso 2014/2015.

Para la realizacion del test TAEC solo es necesario tener una ficha donde vienen las figuras base del test dibujadas. Se reparte una ficha por cada alumno donde se debe apuntar sus datos, la hora de inicio del test y la hora a la que lo termina. El alumno tiene completa libertad para dibujar sobre esa ficha lo que se le ocurra partiendo de las figuras base dadas, ya sea en lápiz de grafito o lápices de colores o bolígrafo.

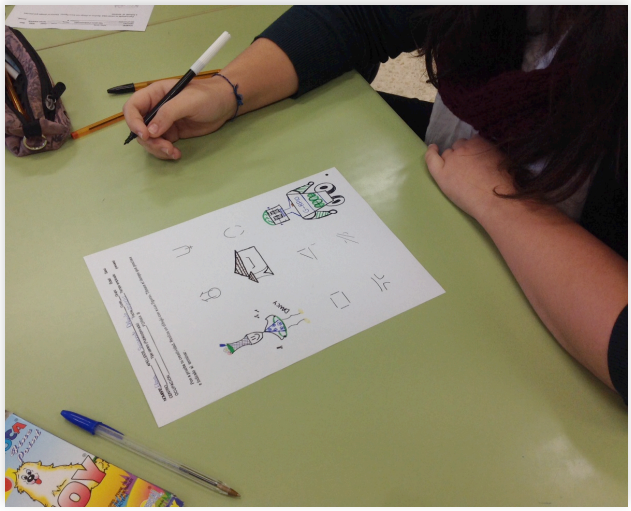


Figura 1: Alumno realizando el test TAEC

B. Instrumentos de medida

El instrumento usado para medir la creatividad es el Test de Abreacción de la Creatividad, TAEC (Saturnino de la Torre, 1991). Se ha elegido este) entre todos los existentes debido a que es un test gráfico-inductivo de compleccion de figuras,

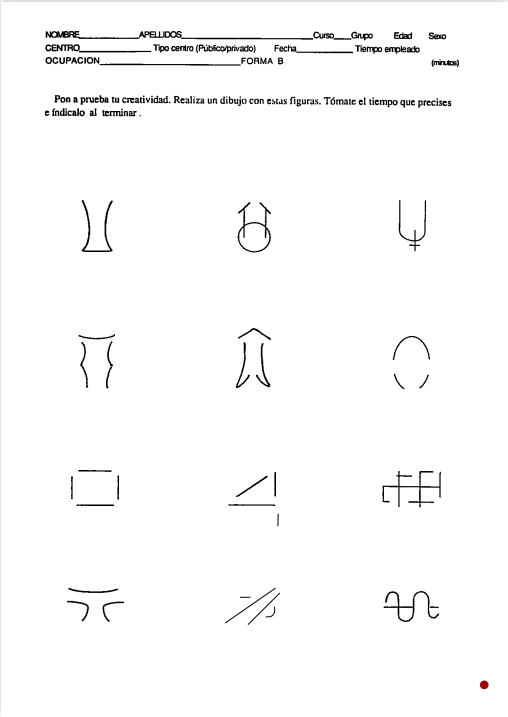
muy adecuado para ser usado en el contexto de la asignatura de Expresión Gráfica por parte de las carreras de Ingeniería y en la asignatura Escultura 1 por parte de la carrera de Bellas Artes.

Este test (Figura 2) se puede aplicar a alumnos de diferentes edades, desde preescolar hasta la edad adulta ya que cuenta con dos variables según la edad del usuario. Carece de Instrucciones específicas, pudiendo ser utilizado por cualquier profesor sin conocimientos previos sobre el tema.Tampoco presenta dificultades en la realización por parte del sujeto, por tanto tiene plena libertad en la forma de realizarlo.

En lo que concierne a su estructura, el test se compone de 12 figuras con un total de 36 aberturas, en posiciones, formas y reclamos diversos. Una vez el alumno realiza sus dibujos o composición global, se valoran los rasgos de resistencia al cierre, originalidad, elaboración, fantasía, conectividad (integración creativa), alcance imaginativo, expansión figurativa, riqueza expresiva, habilidad gráfica, morfología de la imagen y estilo creativo, a través del estímulo gráfico. También se tiene en cuenta el tiempo que el alumno tarda en realizarlo.

Para la valoración se utilizan dos criterios, uno global y otro analítico. La estimacion global permite situar de una manera rápida el estado del Sujeto, en un nivel Bajo, Medio o Alto. Sin embargo, la valoracion analítica de cada una de las figuras permite cuantificar los resultados y obtener estudios comparativos.

Es un instrumento que ha servido para comparar la creatividad en distintos países y personas con diferente lengua por su facilidad de utilización en cualquier cultura. Asimismo, ha resultado muy útil para comprobar el progreso en creatividad de un grupo de alumnos.


NOMBRE_____APELLIDOS_____Curso___Grupo Edad Sexo
CENTRO_____ Tipo centro (Público/privado) Fecha_____ Tiempo empleado
OCUPACION_____FORMA B (minutos)

Pon a prueba tu creatividad. Realiza un dibujo con estas figuras. Tómate el tiempo que precises e indícalo al terminar .

Figura 2: plantilla del test TAEC

4. Resultados

Después de la experiencia realizada se obtienen los siguientes resultados para estudios de Ingeniería mostrados en la tabla 1. Donde se aprecia el número de alumnos que ha realizado el test en cada carrera, la media obtenida por el grupo, su desviación típica y el porcentaje obtenido.

Para tener una referencia del valor de la creatividad en ingeniería, la media de todas las experiencias realizadas en ingeniería se compara con los resultados obtenidos en Bellas Artes.

En la tabla 2, se muestran los resultados obtenidos en las carreras de Ingeniería y la de BBAA.

Tabla 1

Carrera	Nº Alumnos	Media (Des. típica)	% Total (total=324)
Ing. Química	20	111,4 (52,0)	34,38%
Ing. Electrónica	45	109,0 (35,7)	33,64%
Ing. Informática	25	125,1 (54,2)	38,61%
Media en Ingeniería		**115,16**	

Tabla 2

Carrera	Nº Alumnos	Media (Des. típica)	% Total (total=324)
Ingenierías (tres anteriores)	90	115,16 (45,3)	35,54%
Bellas Artes	16	159,5 (66,51)	49,2%
P valor		**0,00089**	

Para valorar si la diferencias de media es significativa, se realiza una prueba t-Student para muestras no emparejadas. Se parte de la hipótesis nula (H0): “Las medias en ingeniería y BBAA son iguales” y se obtiene un p-valor que representa la probabilidad de que dicha afirmación sea cierta.

El p-valor obtenido, 0,00089 es menor que 0,01, es decir, el nivel de significación no llega al 1%, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se puede afirmar con un nivel de significación superior al 99% que la media de los valores de creatividad en estudiantes de BBAA es mayor que la media de creatividad en estudiantes de ingenieria.

Figura 3: resultado del test TAEC realizado por un alumno de Ingeniería Electrónica.

5. Conclusiones

Después de realizar las mediciones podemos concluir que:

Los alumnos de primero del grado de Bellas Artes obtienen mejores resultados (significación estadística superior al 99%) que los alumnos de primero de Grado de Ingeniería.

Los valores relativos obtenidos por los alumnos de ingeniería (35,54% del total) , permiten pensar que la competencia creativa tiene margen para ser mejorada de manera significativa en estos alumnos a lo largo de los estudios de grado.

Se propone como futuro trabajo el desarrollo de actividades orientadas a la mejora de la creatividad en ingeniería. Se pretende medir el grado de mejora obtenido con esas actividades. Por otro lado, se propone como primera idea partir del análisis de algunas actividades creativas que se realizan en los estudios del grado Bellas Artes ya que se comprueba que tienen mayor competencia creativa.

Agradecimientos

Se agradece la financiación concedida a la ULL por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información, cofinanciada en un 85% por el Fondo Social Europeo.

Referencias

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación , Libros Blancos. http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Otros-documentos-de-interes/Libros-Blancos

Blanco, A. (2009). *Desarrollo y evaluación de competencias en Educación Superior*. Editorial Narcea S.A.

Boy, G. A. (2013). From STEM to STEAM: Toward a Human-Centered Education. *Proceding of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics*. (p. Art. No 3). New York: ECCE.

C. Baillie (2002). *Enhancing creativity in engineering students*, Eng. Sci. Educ. J., 11 pp. 185±192
Liu, Z. E., & Schönwetter, D. J. (2004). Teaching Creativity in Engineering. *International Journal of Engineering Education*, 20 (5), pp. 801-808.

Gardner, H. (1995). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica.* Barcelona: Editorial Paidós.

Lifante Gil, Y. (2011). *Fomento de la creatividad en el alumnado universitario: una experiencia innovadora para la titulación de ingeniería química de la Universitat de València.* Tesis Doctoral.

M. C. Shaw, (2001). *Engineering Problem Solving: A Classical Perspective*, Noyes Publications, Norwich, NY.

Saorín, J. L., Navarro Trujillo, R., Martín Dorta, N., Martín Gutiérrez, J., & Contero, M. (2009). La capacidad espacial y su relación con la ingeniería. *DYNA-Ingeniería e Industria* , *84* (9), pp. 721-732.

Tatarkievicz, W. (1988). *Historia de seis ideas: arte, belleza, forma, creatividad, mímesis, experiencia estética*. Madrid: Editorial Tecnos.

Torre de la Torre, S. (1991). *Manual de la creatividad: aplicaciones educativas.* Barcelona: Editorial Vicens Vives.

de la Torre, S. (1991). *Evaluación de la creatividad. TAEC, un instrumento de apoyo a la reforma.* Madrid: Editorial Escuela Española, S.A.

Tuning Project Competences. From Tuning. Educational Structures in Europe. http://www.unideusto.org/tuningeu/home.html, Accessed 24 February 2015