



Una formación de calidad
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias
15 al 18 de Septiembre de 2015

HERRAMIENTAS PARA LA MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD CREATIVA EN LA INGENIERÍA: UNA REVISIÓN DE LITERATURA DE LA ÚLTIMA DÉCADA

Diana Carolina Hernández Barajas, Andrea Catalina Garzón Garzón, Lizeth Fernanda Serrano Cárdenas, Edna Rocío Bravo Ibarra

**Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

La capacidad creativa es una competencia distintiva en el contexto dinámico actual al ser considerada el factor fundamental de la competitividad e innovación en diferentes disciplinas. En ingeniería, esta capacidad facilita la generación de soluciones disruptivas ante las necesidades del entorno. Considerando su relevancia, se han desarrollado investigaciones precedentes que tienen como propósito conceptualizar la capacidad creativa, coincidiendo en definirla como un constructo difícil de evaluar. A pesar de existir avances investigativos en la identificación de factores que explican esta capacidad, aún no se encuentran herramientas que integradas a cada uno de estos factores faciliten su proceso de evaluación. Partiendo de esta necesidad, en esta investigación se realizó una revisión de los artículos publicados en las bases de datos *ISI Web of Science*, *Scopus*, *Ebsco host*, *Springer link* y *Sciencedirect* sobre el tópico capacidad creativa en la última década para identificar las convergencias y divergencias sobre la conceptualización de esta capacidad, definición de los factores que la explican y finalmente a partir de esta investigación diseñar una estructura conceptual que articule herramientas de evaluación de la capacidad creativa a cada uno de estos factores. Los principales resultados, evidencian que las herramientas más destacadas son el Test de pensamiento creativo de Torrance (TTCT), el Test de creatividad CREA y la Prueba de Imaginación Creativa (PIC). Estas herramientas de evaluación permiten el análisis de cuatro factores que explican la capacidad creativa según los aportes de los trabajos de los autores revisados: fluidez, originalidad, elaboración y flexibilidad.

Palabras clave: capacidad creativa; herramientas; ingeniería

Abstract

Creative capacity as a distinctive competence in the dynamic contexts has been considered a key factor of competitiveness and innovation in different disciplines. On the topic of engineering, this capability facilitates the generation of disruptive solutions to the environment needs. Previous research projects have been developed to conceptualize creative capacity. There is a consensus among experts about how to measure creativity. In spite of the existence of research progress in identifying factors that explain this capacity, there are not tools related to each one of these factors that allow the evaluation process taking what's ups this necessity a literature review about creative capacity publish in the last decade in ISI WEB OF SCIENCE, SCOPUS, EBSCO HOST, SPRINGER LINK and SCIENCE DIRECT data bases. This is done in order to identify convergences and divergences in the creative capacity definition. Furthermore, the factors that explain it were integrated in a conceptual framework. It has been found that the most relevant tools are: Torrance tests of creativity thinking, the crea test of creative intelligence, Creativity Imagination test PIC. This tools analyze the following four factors: Fluidity, Originality, Flexibility and elaboration.

Keywords: *creative capacity; tools; engineering*

1. Introducción

La creatividad ha sido considerada cómo el factor fundamental para el desarrollo de las personas y para algunos autores, se constituye como la fuente de progreso de toda cultura (Amabile, 1993). La capacidad creativa es determinante en el contexto dinámico actual, dónde los retos en términos de aceleración de los mercados implican que los profesionales entreguen soluciones innovadoras ante situaciones complejas de predecir (De la Torre, 2006). Estos argumentos, evidencian que la capacidad creativa se constituye para las personas en una actitud y una convicción para esforzarse por superar las limitaciones que se generan en su pensamiento al crear, entendiendo que estas limitaciones podrían inhibir el desarrollo de ideas transformadoras (Karwowski, et al., 2008). Considerando la relevancia de la capacidad creativa, diversos autores plantean la necesidad de profundizar en la investigación sobre el tópicó, con el propósito de identificar estrategias para desarrollar esta capacidad en la educación superior, bajo la premisa que la creatividad genera soluciones innovadoras ante los retos que experimenta el mundo actual (Alencar y Fleith, 2010; David, Nakano, Morais y Primi, 2011; Jackson, Oliver, Shaw y sabiduría, 2007). Los anteriores argumentos justifican que diversas universidades en el mundo integren en sus programas asignaturas relacionadas con el desarrollo de la capacidad creativa. Entre estas universidades se destacan The University of Michigan, University of Texas System, Northern Arizona University, Instituto Politécnico Nacional, por ser las universidades más reconocidas en el desarrollo de la capacidad creativa de sus estudiantes, porque son las que más fomentan la capacidad creativa demostrando que capacidad se ha desarrollado cómo una competencia transversal en diferentes áreas del

conocimiento, destacando la ingeniería, el diseño, el arte, la comunicación digital. (Escamilla, et al., 2015).

Investigaciones desde diferentes disciplinas han realizado aportes para conceptualizar la capacidad creativa, entre estos aportes se destaca la contribución de Torrance (1966), en su artículo titulado "The Torrance Tests of Creative Thinking Norms Technical Manual". Torrance se le reconoce como el padre de la creatividad, en el contexto educativo, cuenta con más de 228 citas en las bases de datos científicas reconocidas internacionalmente. Torrance conceptualiza la capacidad creativa cómo un proceso que comprende la sensibilidad ante los problemas, a las deficiencias de una realidad, a los elementos que faltan en el sistema, a la no armonía de estos elementos, en resumen Torrance asocia la capacidad creativa a la identificación de una dificultad, a la búsqueda de soluciones, implicando la formulación de hipótesis sobre la deficiencia de los sistemas y la prueba de estas hipótesis para generar resultados que deben ser compartidos. Complementando la definición de Torrance de esta investigación, se evidencia que el tópico ha sido asociado a más de 400 definiciones diferentes. Estas definiciones se relacionan a algunas teorías planteadas en el apartado conceptualización de la capacidad creativa de la revisión, cómo la teoría del genio, la teoría evolucionista, la teoría psicométrica y diferenciacionista, teoría del rasgo de personalidad y teoría asociacionista (Huidobro, 2002).

En la revisión realizada se destaca el interés por profundizar en estudios que identifiquen y definan los factores esenciales que influyen en el desarrollo de la capacidad creativa. Igualmente se propone la necesidad de diseñar herramientas de medición de esta capacidad (Iassig, 2013). Aunque existen avances investigativos sobre la capacidad creativa, aún no se evidencia una articulación entre los factores que explican esta capacidad y las herramientas utilizadas para su medición, esto con el fin de facilitar el proceso de toma de decisiones respecto a las herramienta de evaluación a aplicar de acuerdo a necesidades específicas que se requieran valorar.

Con este propósito, en esta investigación se siguió la metodología de revisión de la literatura propuesta por Webster y Watson (2002). Para conceptualizar la capacidad creativa asociándola a diferentes conceptos desarrollados en las teorías preestablecidas, complementario a ello se sumó la importancia de la educación identificando convergencias y divergencias entre aportes investigativos desde Galton (1869) hasta De la torre (2006). En un tercer apartado, se resaltan algunos autores que han intentado definir esta capacidad asociándola a factores que la explican. En un cuarto apartado, se analizaron las métricas más usadas asociadas a estos indicadores que permitan orientar el proceso de evaluación de la capacidad creativa, facilitando la toma de decisiones frente a la selección del instrumento más apropiado según convenga. Por último, se presentan las principales conclusiones derivadas del desarrollo de la investigación.

2. Metodología

La información en la que se sustenta esta investigación fue extraída de artículos disponibles en las bases de datos ISI Web of Science (WoS), Scopus, Ebsco host, Springer link y Sciencedirect en el período comprendido entre los años 2006 y 2015. Se seleccionaron estas bases de datos, bajo la consideración de varios autores (Ferreira, et al., 2011) que coinciden en afirmar que estas bases de datos se constituyen como una de las mejores fuentes de información científica en el mundo, al ser multidisciplinarias, internacionales e implicar un proceso de revisión riguroso realizado por pares expertos en las temáticas abordadas. En esta investigación, los artículos analizados se recolectaron usando una ecuación de búsqueda que incluía las palabras claves "creative capacity" en el campo tema, obteniendo un total de 7315 de artículos que posteriormente fueron filtrados por tipo de documento y área de investigación seleccionando aquellos relacionados con las áreas de "ingeniería" y "educación" obteniendo así un total de 228 artículos.

El análisis de los 228 artículos resultantes se desarrolló siguiendo la metodología de análisis de contenido propuesta por Webster y Watson (2002). La metodología de análisis de contenido, tiene como propósito analizar críticamente la literatura sobre un tema en particular donde se debe extraer y recopilar la información relevante que responde al problema de investigación y se ha integrado a investigaciones precedentes como Review: Information technology and organizational performance: An integrative model of IT business value (Melville, et al., 2004), A methodology for construct development in MIS research (Lewis, et al., 2005) obteniendo resultados asociados a la identificación de constructos.

La estructura metodológica utilizada en esta investigación integra tres etapas: 1) Selección de los artículos, dónde se revisaron los títulos, los resúmenes de cada uno de ellos y su disponibilidad para garantizar su relevancia frente a la temática. 2) Selección de aquellos que incluían una aproximación al entendimiento del tema "capacidad creativa" dando preferencia a las publicaciones más recientes y a los autores más representativos del tema. Utilizando este criterio, se seleccionaron 149 artículos. 3) Análisis de cada uno de los artículos seleccionados usando el software cualitativo NVIVO®. A través de NVIVO® se codificaron los 149 artículos seleccionados. En las categorías: conceptualización, indicadores, métricas, importancia de la capacidad creativa. De esta codificación, se estructuró la revisión de literatura que es el principal resultado de esta investigación.

3. Revisión de la literatura

3.1 Conceptualización de la capacidad creativa

En la revisión realizada se evidencia que se encuentran diferentes conceptualizaciones para el término capacidad creativa, que han ido evolucionando a través del tiempo. Para algunos autores, su conceptualización inicia desde Galton (1869) quien la define como un rasgo innato y hereditario, como un ingrediente

clave en la productividad (Huidobro, 2002) hasta definiciones más recientes cómo la propuesta por saturnino de la torre (2006), quién la conceptualiza cómo un bien social, una decisión y un reto de futuro. Destacando, que la formación en creatividad generara un futuro de progreso, justicia, tolerancia y convivencia en la sociedad. Otro autor que se destaca es Fadel (2010) quien manifiesta que las primeras investigaciones sobre creatividad, la asocian al término genialidad y a otros sinónimos como originalidad, productividad, inventiva y descubrimiento, y en otros ámbitos diferentes que se asemejan con fantasía e imaginación. Por su parte, Corbalán, Martínez y Donolo (2010) expresan que es complejo distinguir la creatividad de otros conceptos como genialidad, superdotación o arte y se pueda lograr identificando patrones para llegar a un consenso respecto a la conceptualización de la creatividad.

Con el propósito de identificar la evolución conceptual que se ha desarrollado desde la academia sobre el tópico capacidad creativa, en esta revisión se diseñó la tabla 1. En ella se recopilan los aportes que han realizado los 11 autores más destacados en el tema, estos autores, son los más citados en su campo de conocimiento y se seleccionaron por contar con más de 100 citas en las bases de datos consultadas en este estudio.

TABLA 1. Definiciones de capacidad creativa según los autores más citados en las bases de datos consultadas.

AUTORES	DEFINICIÓN	ASOCIACIÓN
Galton (1869)	"Un rasgo innato y hereditario, como un ingrediente clave en la productividad "	"TEORIA DEL GENIO"
Terman (1926)		
Campbell (1960)	"Doble proceso de generación de ideas al azar o variación ciega y de la retención selectiva de las mismas"	"TEORÍAS EVOLUCIONISTAS BASADO EN CRITERIOS CULTURALES"
Simonton (1981)	"Proceso de variación y selección, al estilo darwiniano"	
Piaget (1964)	"La creatividad constituye la forma final del juego simbólico de los niños, cuando éste es asimilado en su pensamiento"	" TEORÍA PSICOLÓGICA "
Robert J. Sternberg y Todd I. Lubar † (1997)	"La creatividad es la habilidad de producir un trabajo que sea novedoso. Su concepción se basa en el resultado y estipula que un producto se puede definir como creativo cuando es original. Además aporta que necesita un ámbito que apoye y recompense las ideas creativas de la persona."	
J.P. Guilford (1952)	"La creatividad, en sentido limitado, se refiere a las aptitudes que son características de los individuos creadores, como la fluidez, la flexibilidad, la originalidad y el pensamiento divergente".	"TEORÍA PSICOMÉTRICO Y DIFERENCIALISTA"
Torrance (2000)	"Propone tres definiciones: una en la que los individuos enfrentan una situación, en donde no se tiene una solución o no se ha aprendido. La otra es una definición artística que tiene que ver con el uso de sensaciones y de cada parte del cuerpo (muy ligada al concepto de ciencias del movimiento humano). Por último, expresa la definición de investigación que tiene relación con el proceso en donde la persona se da cuenta de que existen algunas dificultades o hay una nueva idea y hace varias pruebas hasta que obtiene la respuesta y la comunica."	
Maslow (1968)	"Quienes sostienen que la creatividad es una característica presente en todas personas, característica que hace a su autorrealización así como a la actualización de sus potencialidades".	TEORÍA DEL RASGO DE PERSONALIDAD
Rogers (1970)		

Mednick (1964)	"El pensamiento creativo consiste en la formación de nuevas combinaciones de elementos asociativos. Cuanto más remotas son dichas combinaciones más creativo es el proceso o la solución".	TEORÍA ASOCIACIONISTA
Koestler (1964)	"La creatividad depende de la asociación o nexo asociativo que va desde un marco de referencia a otro"	
De la torre (2006)	"La creatividad es un bien social, una decisión y un reto de futuro. Por ello, formar en creatividad es apostar por un futuro de progreso, de justicia, de tolerancia y de convivencia"	

Fuente: Autoras tomando como referencia a los autores citados.

La tabla anterior evidencia que existen algunas convergencias entre los autores, destacando que la capacidad creativa ha sido descrita cómo una capacidad innata como un criterio cultural, como un rasgo de personalidad, como un factor diferenciador y como una forma de encontrar posibles conexiones entre conceptos diferentes. A pesar de estas convergencias, existen algunas divergencias en la conceptualización del tópic. Estas se asocian a la idea de aportar algo nuevo a las definiciones precedentes.

En esta revisión, se hizo evidente el reto que implica para la investigación en el tema de los diferentes elementos que explican un acto creativo, con el objetivo de definir el concepto capacidad creativa a profundidad. Algunos de los elementos que se mencionan en la literatura que implican un acto creativo son: el producto, el proceso, la persona y la manifestación del proceso creativo (Klimenko, 2008).

Otros autores, abordan la conceptualización de la capacidad creativa desde un enfoque orientado al proceso, al potencial o a las capacidades innatas de las personas para crear (Herrán, 2007). Otros entregan un enfoque orientado al producto creativo (Obradors, 2007), destacando la investigación de Piaget (1964) dónde se menciona la creatividad, exclusivamente desde la perspectiva del producto creativo. Definiéndola como la producción de algo nuevo, que solucione un problema impreciso que deberá generar un impacto.

Finalmente, para otros autores, el concepto capacidad creativa integra un proceso y un producto creativo. Dentro de los Autores que coinciden con este planteamiento se encuentra Sternberg (1997) quien plantea que la capacidad creativa es una habilidad para responder de forma adaptativa a la necesidad de nuevos enfoques y productos. Lo nuevo es un producto, resultante de un proceso, iniciado por una persona. Tanto el producto, como el proceso como la persona se caracterizan por su originalidad, utilidad, validez y adecuación (Huidobro, 2002).

Las propuestas anteriores evidencian que gran parte de los autores estudiados coinciden con las propuestas planteadas De la torre (2003) cuando afirman que todas las personas tienen el potencial de ser creativas, y en ocasiones su capacidad creativa no ha sido suficientemente explorada. Este consenso destaca que la capacidad creativa es una capacidad alterable, y por ello es susceptible de ser estimulada.

3.2 Capacidad creativa un reto para la educación en la ingeniería

La capacidad creativa ha sido un tópico investigado desde diferentes áreas del conocimiento, entre las que se destacan: el arte, la ingeniería y la psicología (Cardoso et al. 2015). Sin embargo, en el campo de la ingeniería se ha dado un mayor interés al estudio del concepto de capacidad creativa por su relación con el diseño de estrategias que proporcionen soluciones innovadoras en el contexto empresarial (Huang, et al., 2013).

EL diseño de estas estrategias es fundamental en escuelas con una visión futurista que proponen metodologías de aprendizaje/enseñanza para la adquisición de conocimiento, y en el desarrollo de competencias que busquen el desarrollo del pensamiento creativo (Araya, 2011). De acuerdo con este planteamiento Fernández (2006) propone que los países requieren desarrollar un entorno estimulante para potencializar la mentalidad creativa. Esto implica la necesidad de transformar sus programas de educación para cambiar los procesos de enseñanza/aprendizaje de los estudiantes orientado al entrenamiento de su capacidad creativa.

La investigación de Borgstede (2014) titulada una mirada Creativa hacia la Superdotación en la identificación de la creatividad realiza un análisis de los programas de educación de universidades como Universidad Estatal de Pennsylvania, University Park, EE.UU. con una población de estudiantes pertenecientes a la escuela de Diseño e Ingeniería, donde por medio de la simulación se identificaron las características creativas que debía poseer cada estudiante mostrando entre sus resultados características como la capacidad de toma de decisiones, originalidad, confianza, invención. A pesar de investigaciones como la de Borgstede la mayoría de metodologías de enseñanza/aprendizaje aplicadas actualmente limitan la creatividad al utilizar planes de estudio que limitan las actividades que potencializan la capacidad creativa. Algunas de las razones para explicar esta situación son: los prejuicios existentes sobre la creatividad de los profesores de ingeniería, de la sobrecarga académica de los programas que dificultan el entrenamiento de la capacidad creativa (Tuning, 2014).

3.3 Indicadores de la capacidad creatividad

Considerando la dificultad encontrada en la conceptualización del tópico capacidad creativa donde se evidencia la complejidad de establecer un concepto que integre los diferentes comportamientos inmersos en esta capacidad (Martínez y Brufau 2010), algunos autores han intentado definir la capacidad creativa asociándola a factores que la explican. Entre estos se destacan Guilford (1978), Strom (1978) y Torrance (1990), quienes afirman que la capacidad creativa debe ser concebida como una habilidad que exige producir ideas diversas (fluidez), ideas poco comunes (originalidad), ideas que puedan cambiarse en cuanto no son efectivas (flexibilidad), ideas que se puedan organizar, elaborar y comprender en cuando se requiere establecer grados de creatividad (elaboración) (Aires 2014).

En contraposición, Tekic (2015) aborda la capacidad creativa desde una perspectiva de la ingeniería describiéndola como una serie de indicadores asociados a la pertinencia de la idea, la eficacia de la idea, la novedad de la idea, la sofisticación de la idea y la generalización de la idea. Para otros autores como Villalba (2010) los factores están asociados a rasgos de la personalidad entre estos rasgos se encuentra la disconformidad, vida interna, flexibilidad, espontaneidad, independencia y autosuficiencia. Finalmente, Kilgour (2013) define estos factores esenciales como tres elementos la interacción con otras ideas, interacción con las personas y la interacción con el medio ambiente.

Con el paso del tiempo los investigadores han reestructurado e intentado validar la incidencia de estos factores por medio del diseño de test aplicados específicamente en el campo de la educación. Entre los test más citados se encuentran: la validez de constructo del Test de Pensamiento Creativo de Torrance, aplicado en la Universidad Católica Pontificia de Argentina, (Aranguren, 2014) para la modelización de un laboratorio de ideas. También aplicadas como una nueva herramienta para el fomento de la creatividad de la Universidad de Novi Sad, (Lustenberger et al. 2015) definiendo de igual manera que los principales factores para evaluar la creatividad estarían asociados a la fluidez, la flexibilidad, la originalidad y la elaboración. (González, et al., 2007).

En el análisis de los aportes sobre el tópic capacidad creativa, se identificaron las convergencias y divergencias de los factores que están asociados a este constructo. Con este propósito se seleccionó como referente a Torrance (1990) por ser uno de los autores más citados, actualmente sus estudios tienen altos índices de impacto científico en el campo de la creatividad, sus aportes respecto a cada uno de los 4 elementos que para el conforman la capacidad creativa se resumen a continuación: La Fluidez: habilidad para generar un número elevado de ideas para producir un número considerable de respuestas verbales o de imágenes gráficas.

- La Flexibilidad: capacidad para producir diferentes ideas que generen un cambio de enfoque. Implica una transformación, un replanteamiento o reinterpretación para utilizar diferentes estrategias de resolución de problemas.
- La Originalidad: habilidad que requiere fuerza creativa para generar respuestas poco comunes. Es la característica que define a la idea, proceso o producto como algo único o diferente.
- Elaboración: es el nivel de detalle, desarrollo o complejidad de las ideas creativas. Se trata de una capacidad para desarrollar, completar o embellecer una respuesta determinada.

3.4 Medición de la capacidad creativa

El interés por la medición de la capacidad creativa ha incrementado en los últimos años (Perez, 2006), debido a que existen necesidades sociales, crecientes, que se caracterizan por el cambio constante de las economías emergentes donde la

creatividad se encuentra inmersa. Esto se evidencia en los esfuerzos que se han manifestado al generar un mayor entendimiento sobre el tema en universidades como Universidades de la Habana, Autónoma de Yucatán, Complutense de Madrid en Especial en facultades de ingeniería, estas investigaciones se han realizado con el propósito de explorar comportamientos de los estudiantes para evaluar sus rasgos creativos, generando como resultados juicios de expertos que evidencian características creativas de los estudiantes asociados a sus niveles de autenticidad, flexibilidad, invención y capacidad de toma de decisiones (Jauk, et al., 2012).

Otros estudios proponen que la medición de la capacidad creativa a través de instrumentos estadísticos o psicológicos requiere analizar la persona a través de un ejercicio de auto-conocimiento que informe sobre lo que sabe o cree de sí mismo (White, et al., 2011). También implica evaluar la percepción de sus comportamientos, sometiendo a prueba sus habilidades comunicativas y cognitivas (Cabrera, et al., 2007).

En la investigación sobre la medición de la capacidad creativa en la ingeniería se han identificado aportes documentados sobre la estructura que debieran tener los sistemas de evaluación de esta capacidad. Destacando que usualmente deberán integrar métricas que permitan valorar la capacidad de resolución de problemas, la seguridad de quien está siendo evaluado, su confianza, su autenticidad (Mendoza et al. 2009). Estas métricas se asocian a indicadores, sujetos y entornos.

Considerando que esta revisión tiene como propósito facilitar la toma de decisiones respecto a que herramienta se debería seleccionar para potencializar un determinado factor de interés (fluidez, flexibilidad, elaboración y originalidad), se seleccionaron los 4 test más representativos, según su relevancia académica. Para su selección se validó que contaran con 1381 estudios empíricos y 873 citas en la medición de la creatividad documentados en la literatura científica (Sternberg 2006). Los 4 test seleccionados a continuación:

Test de pensamiento creativo de Torrance (TTCT): Integra 2 pruebas, el primer apartado evalúa la creatividad desde la perspectiva gráfica y el otro desde la perspectiva verbal. Este test ha sido aplicado en investigaciones como Inteligencia y creatividad: correlatos entre los constructos a través de dos estudios empíricos aplicados a una población de 324 jóvenes de 14 a 18 años obteniendo resultados relacionados de diseño de estrategias innovadoras en la medición de la creatividad (Delgado, 2002). En esa misma línea investigativa se encuentra el test de Habilidades de estructura del intelecto (SOI) Guilford, ajustadas a modelos de estructura del intelecto, es decir aptitudes que son fundamentales en el pensamiento creativo, como la apertura mental, la comunicación, sensibilidad para los problemas, nivel de inventiva, asociadas a los factores de fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración desde una perspectiva analítica y crítica entendida como la medición de la inteligencia. Si bien el método que empleó para identificar estas aptitudes ha sido objeto de críticas, esta concepción multidimensional de la inteligencia dio inicio a las investigaciones sobre las aptitudes creadoras y la

producción creativa, a través de pruebas construidas especialmente para medir la creatividad (González, 2000; Huidobro, 2002; Landau, 1987). El Test de inteligencia creativa CREA, esta prueba es una medida cognitiva de la creatividad a través de la generación de cuestionamientos sobre un material gráfico durante un tiempo limitado. El test consta de tres categorías (A, B y C) a partir de las cuales los sujetos deben formular preguntas a situaciones específicas. Ha sido utilizado en numerosos trabajos de investigación como: ¿Creatividad o inteligencia?, focalizado a encontrar a partir de pruebas cognitivas un acercamiento de la inteligencia que propone definir la capacidad creativa.(Cabrera, et al., 2007). Un año más tarde surge la Prueba de imaginación creativa (PIC), como uno de los principales resultados de tendencia en pruebas de creatividad, un test diseñado específicamente para evaluar la creatividad a través del uso que el sujeto hace de su imaginación, propuesta por (Artola, et al., 2004), la prueba permite evaluar la creatividad, a través de diversos ejercicios, propuestos a partir de la narrativa/verbal, figurativa, es decir asociaciones y combinaciones a través del dibujo, y frases denominadas juegos (González, 2007). Lo interesante de ella es que se construyó recogiendo ideas de pruebas propuestas por otros autores. Según Elisa B, este test cumple con un alto nivel de fiabilidad para identificarla como la más completa en cuanto a modelo y a la versatilidad de su aplicación, incluso en contextos no educativos (Rueda, et al., 2010).

A pesar de la existencia de los 4 test anteriores se podrían complementar estos test con la propuesta del autor Tekic (2015) quien considera que existen otros elementos como la sensibilidad, la intuición, la autoconfianza, el ingenio, la autodisciplina y la interdisciplinariedad, que ejercen un grado de seguridad a la hora de aplicar los Test, como también conocer el contexto que se desee aplicar. La Tabla 2 resume la relación de los test con cada uno asociados a los indicadores presentada a continuación:

Tabla 2. Relación de los Test con los indicadores

AUTOR	TEST	FLUIDEZ	FLEXIBILIDAD	ORIGINALIDAD	ELABORACIÓN
Joy Paul Guilford (1959)	Habilidades de estructura del intelecto (SOI) Guilford	X	X	X	X
Ellis Paul Torrance (1974)	La prueba de pensamiento creativo de Torrance (TTCT)	X	X	X	
Corbalan, Martínez, Donolo, Alonso, Tejerina, y Limiñana (2003)	Inteligencia creativa (CREA)	X	X	X	
T. Artola, I. Ancillo, J. Barraca, P. Mosteiro y J. Barraca. (2004)	Prueba de Imaginación Creativa (PIC)	X	X	X	X

Fuente: Autoras, tomando como referencia los autores citados.

4. Conclusiones

Analizando los aportes científicos documentados sobre el tópicico de capacidad

creativa, es evidente la relevancia del diseño de estrategias y herramientas para fomentar el desarrollo de esta capacidad. Desde la perspectiva académica esta capacidad es fundamental para fortalecer las actitudes creativas de los estudiantes y deberá ser implementada como una capacidad transversal a las diferentes áreas de conocimiento. En este aspecto se sugiere que desde la ingeniería, se profundicen las estrategias que estimulen la creatividad en los docentes con el propósito que estos integren a los estudiantes en el diseño de metodologías colaborativas donde se propicien el autodescubrimiento con el fomento de factores como la flexibilidad, la sensibilidad, la intuición, la autoconfianza, el trabajo en equipo y colaborativo, la autodisciplina y la interdisciplinariedad. Factores que tienen relevancia en el contexto empresarial.

Sin embargo, a pesar de la importancia del tópico capacidad creativa, se identifica que aún se requiere profundizar en el diseño de herramientas para la medición de esta capacidad. Adicional a lo anterior se encuentra la necesidad de que estas herramientas articulen los aportes encontrados en la literatura precedente sobre los factores que explican el desarrollo de la capacidad creativa.

Así, la principal contribución de esta investigación es la relación de los factores que se encuentran inmersos en el constructo capacidad creativa y las herramientas utilizadas. Con este propósito los resultados se estructuraron dentro de la identificación de conceptos asociados a diferentes teorías que permiten profundizar el entendimiento de dicho concepto reconociendo que la mayoría de definiciones aportadas en la literatura científica consideran que es una capacidad alterable y por tanto susceptible a estimular, y a su vez, la conciben como la asociación de 4 factores fundamentales en los procesos creativos: la fluidez, la flexibilidad, la originalidad y la elaboración.

Finalmente se propone que futuras investigaciones profundicen en el entendimiento del tópico, específicamente en validar los indicadores de forma empírica desde una perspectiva multidisciplinar. Se espera que así se facilite el proceso de toma de decisiones en el diseño de estrategias de enseñanza/aprendizaje para fomentar la capacidad creativa en la ingeniería, haciendo que estas estrategias sean pertinentes a las singularidades de cada uno de los estudiantes, de manera que los estudiantes a través del autoconocimiento y la reflexión diseñen estrategias propias para potencializar la creatividad no solo dentro del aula sino en los contextos externos en los que ellos se desempeñan.

5. Referencias

- Aires, B. (2014). Inteligencia y creatividad: correlatos entre los constructos a través de dos estudios empíricos, no. 4, pp. 1531-1543.
- Alencar, E. M. L. S., y Fleith, D. S. (2010). Inventário de práticas docentes para a criatividade na educação superior. Em E. M. L. S. Alencar, Bruno-Faria, M. F., & D. S. Fleith (Orgs.), *Medidas de criatividade. Teoria e prática*

- (pp. 71-89).
- Amabile, Teresa 1993, "What Does a Theory of Creativity Require?", *Psychological Inquiry*, vol. 2, n° 4, pp. 179-181.
 - Araya, Y. C. (2011). Una revisión crítica del concepto de creatividad. *Actualidades investigativas en educación*, 2011, vol. 5, no 1.
 - Aranguren, M. (2014). Validez de constructo del Test de Pensamiento Creativo de Torrance en una muestra de jóvenes argentinos. Construct validity of the Torrance Test of Creativite Thinking in Argentinean young adults. vol. 44, pp. 55-70.
 - Belolutskaya, A. (2015). Multidimensionality of thinking in the context of creativity studies. *Moscow City Teachers' Training University, Moscow, Russian Federation*, pp. 332.
 - Borgstede, S. (2014). Una mirada Creativa hacia la Superdotación. Posibilidades y dificultades en la identificación de la creatividad. , vol. 32, no. 1.
 - Cabrera, E.M., García, L.A.G., Betancor, Á.T. y Blanco, T.R. (2007). Estructura factorial y fiabilidad de un cuestionario de estrategias de aprendizaje en universitarios: CEA-U. *Anales de Psicología (en línea)*, vol. 23, no. 1, pp. 1-6.
 - Cardoso, A.P., Malheiro, R., Rodrigues, p., Felizardo, s. y Lopez, A. (2015). Assessment and Creativity Stimulus in School Context. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* vol. 171.
 - Corbalán Berná, J., Martínez Zaragoza, F., Donolo, D., Alonso Monreal, C., Tejerina Arreal, M. y Limiñana Gras, M. (2003): CREA. Inteligencia Creativa. Una medida Cognitiva de la Creatividad. Madrid: TEA Ediciones.
 - David, A. P. M., Nakano, T. C., Morais, M. F., & Primi, R. (2011). Competências criativas no ensino superior. Em S. M. Wechsler, & T. C. Nakano (Orgs.), *Criatividade no ensino superior: uma perspectiva internacional* (pp. 14-53). São Paulo: Vetor.
 - Delgado, M.M. (2002). Propuesta para la creación de un test psicométrico para la medición de la creatividad. , vol. 18, no. 105, pp. 33-46.
 - De la Torre, S. (2003). Creatividad y formación. Identificación, diseño y evaluación, Trillas, México.
 - De la torre, Saturnino, y Violant, V. (2006). Comprender y evaluar la creatividad, vol. 1. Málaga, España: Ediciones Aljibe., pp.12.
 - Escamilla, J., Calleja, B. y Villalba, E. (2015). Observatorio de innovación educativa Tecnológico de Monterrey. Reporte Edu Trends. Radar de innovación educativa. Mayo de 2015.
 - Fadel, S. D. J. (2010). Avaliação de um programa de criatividade para professores no ensino superior.
 - Ferreira, C. y Morán, M. A. (2011). La responsabilidad social corporativa (RSC) en las bases de datos Scopus y Wos (estudio bibliométrico). *EDICIC*, Vol. 1, N°. 4, 2011, págs. 141-160.
 - Fernández, A. y Bolonia, T. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. En: cuadro de metodologías, *Educación Siglo XXI*, pp. 35-56. ISSN 1989- 466X.
 - González, J.E., Jiménez, C.A., Rodríguez, C. y Miranda, E.G. (2007). Prueba verbal de creatividad. Canarias, pp. 89.

- Herrán, A.D. (2007). Didáctica de la creatividad Madrid, Universidad Autónoma De. , pp. 151-176.
- Huidobro, T. (2002) Una definición de la creatividad a través del estudio de 24 autores seleccionados. Universidad complutense de madrid facultad de psicología. Madrid.
- Huang, H.-Z., Liu, Y., Li, Y., Xue, L., & Wang, Z. (2013). New evaluation methods for conceptual design selection using computational intelligence techniques. *Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 27.
- Jackson, N., Oliver, M. Shaw, M., & Wisdom, J. (2007). *Developing creativity in higher education*. London: Routledge.
- Jauk, E., Benedek, M. y Neubauer, A.C. (2012). Tackling creativity at its roots: Evidence for different patterns of EEG alpha activity related to convergent and divergent modes of task processing. *International Journal of Psychophysiology* vol. 84, no. 2, pp. 219-225. ISSN
- Karwowski, M. and Soszynski, M. (2008). How to develop creative imagination?. Assumptions, aims and effectiveness of Role Play Training in Creativity (RPTC). *Thinking Skills and Creativity*, Vol. 3, pp. 163-171.
- Kilgour, M., SAsser, S. y Koslow, S. (2013). Creativity Awards: Great Expectations? *Creativity Research Journal*, vol. 25, no. 2, pp. 163-171.
- Klimenko, O (2008). La creatividad como un desafío para la educación del siglo XXI. Universidad de Antioquia.
- Lassig, C. J. (2013). Approaches to creativity: How adolescents engage in the creative process. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 3-12.
- Lewis, BR; Templeton, GF; Byrd, TA. (2005) A methodology for construct development in MIS research. *European journal of information systems*. Volumen: 14 Número: 4 Páginas: 388-400.
- Lustenberger, C., Boyle, M.R., Foulser, a. A., Mellin, J.M. y Fröhlich, F. (2015). Functional Role of Frontal Alpha Oscillations in Creativity. *Cortex* (en línea), vol. 7, pp. 2-10.
- Mairal, J.B. y Pintor, P.M. 2007. Creatividad : La Prueba de Imaginación Creativa PIC, pp. 1-12.
- Maginación, E.I., Psicología, D. De, Camilo, U. y Cela, J. 2007. Reactividad Instrumento De Medida : La Pic. , vol. 3, no. 1, pp. 73-93.
- Mendoza, A.G., Antonio, P., Escobedo, S., Alberto, A. y Cuervo, V. 2009. Creatividad En Adolescentes Sobresalientes. , vol. 10, no. 1, pp. 1-33.
- Melville, N; Kraemer, K; Gurbaxani, V. (2004). Review: Information technology and organizational performance: An integrative model of IT business value. *Mis quarterly* Volumen: 28 Número: 2 Páginas: 283-322.
- Obradors, M. (2007). Creatividad y generación de ideas. Estudio de la práctica creativa en cine y publicidad. Barcelona: Aldea Global.
- Perez, M.C.L. 2006. La evaluación de la creatividad. *Liberabit*. Lima (Peru) pp. 35-39.
- Romina, C. E. y Danolo, D. Los estímulos de un test de creatividad. Incidencias según género, edad y escolaridad. *Boletín de psicología*, ISSN 0212-8179, N°. 101, 2011, págs. 51-66.
- Rueda, P., Elisa, B., y Suárez, S.R. 2010. La creatividad y la tendencia en

- pruebas de creatividad (*Creativity and trends in Tests of Creativity*). , pp. 155-173.
- Sternberg, R.J. 2006. The Nature of Creativity. *Creativity Research Journal*, vol. 18, no. 1, pp. 87-98.
 - Tekic, Z., Tekic, A. y Todorovic, V. 2015. Modelling a Laboratory for Ideas as a New Tool for Fostering Engineering Creativity. *Procedia Engineering*, vol. 100, pp. 400-407.
 - Torrance, E. P. (1966). The Torrance Tests of Creative Thinking-Norms-Technical Manual Research Edition-Verbal Tests, Forms A and B-Figural Tests, Forms A and B. Princeton, NJ: Personnel Press.
 - Tuning, A.M. (2014). *Design as a pedagogical tool for enhancing creativity Europa y Tuning Latinoamé*
 - Villalba, E. 2010. Monitoring creativity at an aggregate level: a proposal for Europe. *European Journal of Education*, vol. 45, no. 2, pp. 314-330.
 - White, H. a. y Shah, P. 2011. Personality and Individual Differences, Creative style and achievement in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Personality and Individual Differences* vol. 50, no. 5, pp. 673-677.
 - Webster, J and Watson R. (2002). Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly*, Página 26.

Sobre los autores

- **Diana Carolina Hernández Barajas:** Ingeniera Industrial, Universidad Industrial de Santander. Miembro del Grupo Galea, Universidad Industrial de Santander Bucaramanga - Colombia. ingdianahdez@gmail.com
- **Andrea Catalina Garzón Garzón:** Ingeniera Industrial, Universidad Industrial de Santander. Miembro del Grupo Galea, Universidad Industrial de Santander Bucaramanga - Colombia. catalina.garzon.g@gmail.com
- **Lizeth Fernanda Serrano Cárdenas:** Ingeniera Industrial, Universidad Industrial de Santander. Docente cátedra de EEIE, Universidad Industrial de Santander-Bucaramanga- Colombia. lizethserrano.c@gmail.com
- **Edna Rocío Bravo Ibarra:** Doctora en Administración de Empresas, Universidad Politécnica de Cataluña. Docente planta de EEIE, Universidad Industrial de Santander - Bucaramanga - Colombia. erbravoi@uis.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)