

Desarrollo de habilidades creativas de los estudiantes como consecuencia del uso de herramientas TIC

Development of creative skills of students as a result of the use of ICT tools

Camilo García-Espinosa¹
Jorge Gómez-Angarita²

¹ Universidad Autónoma de Manizales (Colombia). Correo electrónico: camilo.garciae@autonoma.edu.co
orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1125-2719>

² Universidad Autónoma de Manizales (Colombia). Correo electrónico: jigomez@autonoma.edu.co
orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8494-6781>

Recibido: 04-12-2019 Aceptado: 24-04-2020

Cómo citar: García-Espinosa, Camilo; Gómez-Angarita, Jorge (2020). Desarrollo de habilidades creativas de los estudiantes como consecuencia del uso de herramientas TIC. *Informador Técnico*, 84(2), 133-154.
<https://doi.org/10.23850/22565035.2547>

Resumen

La siguiente investigación cuasi experimental de orden cuantitativo, descriptivo y comparativo tiene como objetivo establecer la existencia relacional (estado, factores y diferencias significativas) entre el uso de una herramienta TIC de modelado CAD 3D y las habilidades creativas desarrolladas por los estudiantes del programa de formación Tecnólogo en Mantenimiento Mecatrónico de Automotores del SENA. Se estableció una muestra compuesta por dos grupos (Experimental y Control) con una prueba previa (Pretest ECG), seguido del estímulo o tratamiento al grupo experimental (Intervención modelado CAD 3D) y el grupo control sin estímulo. Finalmente se realizó una prueba posterior (Postest ECG). De acuerdo con los indicadores evaluados por el instrumento ECG, los sujetos que trabajaron con el modelado CAD 3D desarrollaron las habilidades creativas asociadas a los indicadores evaluados: elaboración (El), conectividad temática (Ct), conectividad expansiva (Ce), fantasía (Fa), habilidad gráfica (Hg), sentido del humor (Sh) y fluidez gráfica (Fg). El puntaje total (Pt), no es considerado como un indicador de habilidad gráfica del ECG, pero brinda una perspectiva holística de los resultados obtenidos de las pruebas, donde se pudo apreciar un aumento en la media, indicando que el uso del modelado CAD 3D desarrolla habilidades creativas en los individuos.

Palabras clave: creatividad, diseño; modelado sólido; CAD 3D; ambientes creativos; innovación; relación.

Abstract

The following quasi-experimental research of quantitative, descriptive and comparative order aims to establish the relational existence (status, factors and significant differences) between the use of a 3D CAD modeling ICT tool and the creative skills developed by students of the SENA Mechatronic Automotive Maintenance Technologist training program. A sample composed of two groups (Experimental and Control) was established with a previous test (Pretest ECG), followed by stimulation or treatment to the Experimental group (3D CAD modeling intervention) and to the Control Group without stimulus. A subsequent test (Postest ECG) was finally performed. According to the evaluated indicators by the ECG

instrument, the subjects who worked with 3D CAD modeling developed the creative skills associated with the evaluated indicators: elaboration (El), thematic connectivity (Ct), expansive connectivity (Ce), fantasy (Fa), graphic ability (Hg), sense of humor (Sh) and graphic fluidity (Fg). The total score (Pt), is not considered as an indicator of ECG's graphical ability, but provides a holistic perspective of the results obtained from the tests, where an increase in the mean could be seen, indicating that the use of 3D CAD modeling develops creative skills in individuals.

Keywords: creativity; design; solid modeling; 3D CAD; creative environments; innovation; relationship.

1. Introducción

La identificación de aspectos que desarrollen la creatividad en los estudiantes es necesaria para entender las complejas tareas que emergen en el ingenio creador del individuo, en los actuales escenarios educativos que reclaman por una enseñanza renovada, con tinturas de "creatividad" y con matices transdisciplinarios (De la Torre, 2009). Es así como la herramienta TIC de modelado CAD 3D puede ser una herramienta de estrategia creativa, que establece cómo comunicar lo que se va a decir mediante un mensaje representado por medio del dibujo tridimensional digital, llevando a que el estudiante construya los conocimientos y desarrolle las habilidades orientadas por el docente. Esta razón justifica la necesidad de investigar la existencia relacional entre el modelado CAD 3D y las habilidades creativas desarrolladas en estudiantes de nivel tecnológico del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA en el Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial (Colombia). Consecuentemente, se ha generado la pregunta de investigación: ¿Desarrollan los estudiantes de nivel tecnólogo del SENA habilidades creativas como consecuencia de su trabajo con la herramienta TIC de modelado CAD 3D?

Scrivener; Stones y Cassidy (citados en Bonnardel; Zenasni, 2010), afirman que el modelado CAD generalmente obliga a los diseñadores a generar representaciones externas tempranas del objeto representado, utilizando elementos altamente estructurados, los cuales no corresponden a un proceso de creación espontáneo. Whitefield (1986) sugiere que los sistemas CAD ejercen una influencia negativa en el diseño creativo, de hecho, afirma que los estudiantes en el modelado CAD requieren de mayor conocimiento centrado más en el uso de la tecnología computacional que en la tarea de diseño creativo, arrojando dudas sobre la afirmación de que el CAD le brinda al diseñador la libertad de ser más creativo en comparación con métodos de diseño manual. Por otra parte, autores como Mustáamal; Norman; Jabor y Buntat (2012), Lieu y Sorby (2011), Sönmez (2013), Cho (2016), Lee y Yan (2016) entre otros, establecen que en diferentes disciplinas universitarias (no existen estudios sobre estos aspectos en carreras técnicas) el uso de herramientas CAD pueden potenciar las habilidades creativas de los estudiantes o diseñadores. Es claro que, sin tener en cuenta demasiados antecedentes, se presentan las dos posturas o hipótesis de la investigación. La primera es aquella cuyos autores afirman que el Diseño Asistido por Computador (CAD), no obliga a los individuos al uso de estructuras complejas del pensamiento, y que por ende no existe un desarrollo de la creatividad. La segunda postura es aquella cuyos autores afirman que el Diseño Asistido por Computador (CAD), obliga a los individuos al uso de estructuras complejas del pensamiento, y que por ende existe un desarrollo de la creatividad.

2. Marco teórico

Con base en la propuesta del proyecto, los antecedentes y demás información consultada, es conveniente establecer las principales vertientes teóricas que conforman la investigación, basados en el modelo propuesto de la Figura 1 corresponderán a cada uno de los temas principales del marco teórico, los cuales son: creatividad, pensamiento y desarrollo humano, y educación. Cada una de éstas van convergiendo hasta centrarse en el desarrollo de las habilidades creativas de los estudiantes como consecuencia de su trabajo con el modelado CAD 3D (García, 2019).



Figura 1. Modelo para el desarrollo del marco teórico
Fuente: García (2019).

2.1. Pensamiento y desarrollo humano

Los procesos cognitivos asociados al desarrollo humano son las capacidades que el individuo va adquiriendo para conocer y controlar el medio en el que va a vivir. El desarrollo cognitivo implica la potenciación de la inteligencia, la cual está muy relacionada con otras funciones mentales que son atención, memoria, pensamiento y percepción (Ovejero, 2013). Piaget (citado en Ovejero, 2013) lo explica a través de los procesos mentales, centrándose en que el desarrollo posee las funciones de la organización (procesos psicológicos organizados en sistemas coherentes) y la adaptación (asimilación, acomodación, ajuste o modificación de nuevas experiencias a los esquemas existentes).

La percepción parte de la recepción del estímulo sensorial de los objetos y sus características, luego, les brinda significado. La percepción visual tiene como propósito localizar y dilucidar la naturaleza de los objetos en un espacio tridimensional, de manera que el individuo pueda guiar su conducta por el entorno (Villafañe; Mínguez, 2014). Ovejero (2013) establece que el pensamiento es un proceso cognitivo donde la persona es capaz de analizar, comprender, coordinar ideas, imágenes, conceptos, símbolos, entre otros, para solucionar problemas, razonar y crear. El pensamiento visual fue acuñado por Armheim (1986) que afirma que sus operaciones más importantes provienen en forma directa de la percepción del mundo del individuo (imágenes mentales), en que la visión sirve como sistema sensorial por excelencia que apunta y constituye los procesos cognitivos. Para Lieu y Sorby (2011), el pensamiento visual es el proceso de expandir las ideas creativas utilizando pistas visuales y retroalimentación. Las pistas visuales pueden tomar formas de bosquejos o modelos de computador. A su vez, este tipo de pensamiento hace uso principalmente del lenguaje visual y objetual, y de acuerdo al tipo de materialidad se puede llevar a cabo por imágenes de imágenes, imágenes no icónicas, imágenes icónicas o por objetos, que se perciben por la reconstrucción imaginaria (Valdés de León, 2011).

2.2. Creatividad

La creatividad es tener ideas y comunicarlas (De la Torre, 1991) y atiende a periodos bioculturales del individuo. Con una aproximación cognitiva hacia la creatividad, se habla del término “creatividad de dominio específico” el cual, se refiere a la capacidad del individuo para manifestar habilidades creativas en diferentes áreas o dominios curriculares (Bermejo; Ferrando; Sainz; Soto; Ruiz, 2014).

Autores como Baer (1994), Gardner (2010), (Bermejo; Ferrando; Sainz; Soto; Ruiz, 2014) argumentan que el desarrollo cognitivo procede por una parte de dominios diferentes del conocimiento y por otra parte de las habilidades y conocimientos que subyacen en el rendimiento en cada dominio o área del conocimiento y no se relacionan con otras de otros dominios. Existen ámbitos de aplicación que ofrecen diversidad y pluralismo en las manifestaciones creativas, entre los que se encuentran las artes plásticas y visuales (De la Torre; Ibañez, 2000). Morea y Sorraire (2005), proponen la creatividad desde dos perspectivas. La primera es la creatividad y artes plásticas y la segunda corresponde a la creatividad y el diseño industrial. En la segunda, la creatividad se estima como un pensamiento asociativo amplio y alternativo que cuenta con la posibilidad de representación y simbolización de modo divergente, aprovechando el conocimiento a través de la estructuración de variadas rutas mentales. La creatividad en el diseño se expresa en la producción de algo, con novedad y coherencia, que dependiendo del contexto puede variar la percepción de innovación, valor, originalidad, novedad, entre otras (Sánchez, 2006).

Para identificar un individuo como creativo, investigadores como Boden, Perkins y Sternberg (citado en Gardner, 2010) sugieren habilidades creativas tales como: identificar problemas y espacios de solución, pistas para llevar resultados, evaluar soluciones alternativas, uso de recursos de tiempo y energía, toma de decisiones y procesos de reflexión sobre los procesos creativos. Miller (2009), (Bermejo; Ferrando; Sainz; Soto; Ruiz, 2014) establece habilidades como generación de ideas, pensamiento metafórico y analógico, toma de perspectiva o manipulación de ideas, imaginación, incubación y flujo de ideas. Las investigaciones de Guilford, Löwenfeld y Torrance (citados en Ibañez, 1998) coinciden en algunos rasgos fundamentales, que permiten por una parte diagnosticar las habilidades creativas. Este diagnóstico se lleva a cabo mediante indicadores y factores de la creatividad, que son evaluados con el uso de instrumentos. De la Torre & Ibañez (2000) e Ibañez (1998) abordan cada uno de los factores, que son: sensibilidad para los problemas, fluidez o productividad, flexibilidad mental, originalidad, formulación de hipótesis, redefinir, mejora del producto, establecer relaciones remotas o forzadas, elaboración, síntesis, abstracción, análisis, organización y comunicación, entre otros. Se tienen autores como Guilford; Torrance; Gowan; Yamamoto, entre otros (citados en Ibañez, 1998) que han desarrollado diferentes pruebas que permiten el diagnóstico y evaluación de los indicadores asociados a las habilidades creativas de los individuos.

Dada la naturaleza temática que ha sentado las bases de esta investigación, el uso de los computadores como herramientas de apoyo para el diseño conceptual creativo se ha enfocado hacia los modeladores CAD 3D. Para Chi-Fu y Jerz (citado en Aguilar; López; De las Heras; Gámez, 2014) son herramientas de trabajo en expresión gráfica y desarrollo del pensamiento visual-espacial con sistemas de representación como lenguaje. Existe entonces una taxonomía de los diferentes enfoques para el desarrollo de herramientas de apoyo al diseño conceptual presentado por O'Sullivan (1991); (Chaur, 2004), quienes clasifican en seis categorías, de las cuales se selecciona el enfoque basado en modelos geométricos. Este enfoque busca hacer representaciones geométricas de los detalles críticos del producto, permitiendo rapidez en la presentación de las ideas y posibilidad de representar funciones.

2.3. Educación

Desde la perspectiva de la educación De la Torre y Violant (2006) hacen referencia a la capacidad creativa de los estudiantes como un aspecto de demanda social y educativa, menciona además que la riqueza de un

país comienza a valorarse en términos del potencial innovador y la creatividad ha pasado de ser un atributo individual, a un bien social. Los diseños curriculares de los programas de formación deben constar de una concepción integrada, basada en los aportes de las ciencias sistémicas y ciencias cognitivas, cuyos campos interdisciplinarios proporcionen principios, fundamentos y características para replantear el conocimiento pedagógico frente al aprendizaje, el diseño y organización de la enseñanza. De acuerdo con la escuela constructivista el aprendizaje es un proceso autorregulado de resolución de conflictos cognitivos, que aparecen en el estudiante al enfrentarse al ejercicio de resolución de problemas (De la Torre; Violant, 2006).

Para el Ministerio de Educación Nacional (2008), el técnico profesional, por su formación, está facultado para desempeñarse en ocupaciones de carácter operativo e instrumental; desarrolla competencias relacionadas con la aplicación de conocimientos en un conjunto de actividades laborales, realizadas en diferentes contextos con un alto grado de especificidad; trata casi siempre con operaciones normalizadas o estandarizadas, abordando la teoría más como fundamentación del objeto técnico, que como objeto de estudio. Un tecnólogo desarrolla competencias relacionadas con la aplicación y práctica de conocimientos en un conjunto de actividades laborales más complejas y no rutinarias, y en gran parte de los casos desempeñados en diversos contextos. La teoría cobra más preponderancia y sentido para conceptualizar el objeto tecnológico que le permita visualizar e intervenir en procesos de diseño y mejora. Toda su formación corresponde a prácticas en la gestión de recolección, procesamiento, evaluación y calificación de información para planear, programar y controlar procesos que encuentran en la teoría razones y fundamentos para la creatividad e innovación.

3. Materiales y métodos

3.1. Diseño

Estudio cuasi-experimental de alcance correlacional, cuyo enfoque positivo permitió el tratamiento de la información de orden cuantitativo. De acuerdo con el diseño de la investigación mostrado en la Figura 2, la muestra objeto de estudio estuvo conformada por un grupo experimental y un grupo control. A los dos grupos se les llevó a cabo un Pretest (prueba ECG). Al Grupo Experimental se le realizó un estímulo o tratamiento que corresponde a la enseñanza del modelado CAD 3D (variable independiente) y al Grupo Control no se le realizó intervención. Finalmente, a ambos grupos se les realizó un Postest (prueba ECG) para evaluar las habilidades creativas (variable dependiente), permitiendo realizar inferencias respecto a los cambios presentados como consecuencia del estímulo.

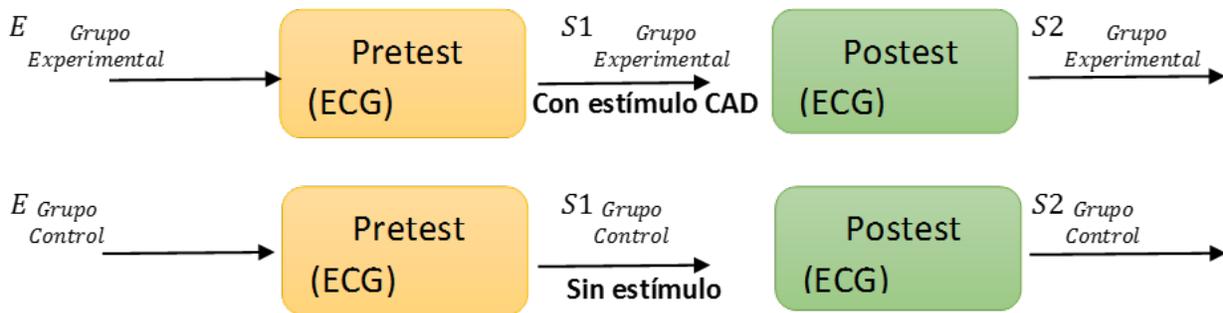


Figura 2. Esquema de Diseño de la investigación

Fuente: Garcia (2019).

3.2. Población y muestra

Esta investigación se llevó a cabo con los aprendices del programa de formación de nivel tecnológico en Mantenimiento Mecatrónico de Automotores (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, 2016), del Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial de Dosquebradas (Colombia). Como porción finita de estudiantes nivel tecnológico, el tamaño de la población fue N=209 aprendices (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, 2017), trabajando con un error máximo permisible adoptado del 14 % y con significancia estadística de 10 %. Por muestreo aleatorio simple se determinó una muestra representada por 29 individuos (Grupo control) y 29 individuos (Grupo Experimental) (García, 2019).

3.3. Entorno

Para ajustar la homogeneidad de la muestra, los estudiantes debían cumplir con los siguientes criterios de selección:

- Personas con edades comprendidas entre los 17 y 30 años.
- Que cursen estudios en tecnología en el SENA.
- Que el programa de formación al cual pertenecen los estudiantes no contemple en la estructura curricular del mismo la asignatura de modelado CAD (en este caso el programa de formación en Mantenimiento Mecatrónico de Automotores del SENA Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial de la ciudad de Dosquebradas (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, 2016).
- Que el programa al cual pertenezca la población seleccionada sea afín al conocimiento y manejo instrumental (característica que permite asegurar una población con intereses en el manejo de las TIC en la especificidad gráfica).
- Que los estudiantes estén matriculados en etapa lectiva del programa.

3.4. Intervenciones

Para evaluar las habilidades creativas en el pretest y postest sobre los sujetos que conforman los grupos experimental y control, se utilizó el instrumento Evaluación de la Creatividad Gráfica (ECG), que corresponde a una prueba psicopedagógica elaborada por De la Torre y Violant (2006), basada en los mismos supuestos teóricos del Test de Abreacción para Evaluar la Creatividad TAEC, que cuenta con confiabilidad para los indicadores por encima del 0,89 y validez externa (De la Torre, 1991). El ECG permite evaluar 11 indicadores asociados a las habilidades creativas de los individuos: resistencia al cierre (Rc), compleción figurativa (Cf), originalidad (Or), elaboración (El), conectividad lineal (Cl), conectividad temática (Ct), conectividad expansiva (Ce), fantasía (Fa), habilidad gráfica (Hg), sentido del humor (Sh), fluidez gráfica (Fg) y puntaje total (Pt). Este último no es un indicador de creatividad, pero permite tener una perspectiva holística de los resultados obtenidos por el individuo y por el grupo.

Para el desarrollo del estímulo en el grupo experimental (variable independiente manipulada) correspondiente al Modelado CAD 3D, el SENA cuenta con insumos importantes para la delimitación legal del proyecto, permitiendo el uso de diferentes modeladores CAD (SENA, 2017), entre los que se ha seleccionado el software de modelado CAD 3D Solidworks®. La intervención ha consistido en una capacitación o formación complementaria, cuya duración fue de aproximadamente 2 meses (40 horas), con una intensidad horaria de 2 sesiones por semana y cada sesión fue de 2 horas. Se seleccionaron módulos o temáticas con el objetivo de que

el estudiante interactúe directamente con técnicas de modelado geométrico tridimensional en Solidworks®, de tal forma que sea coherente con todo lo planteado en el proyecto de investigación con relación única y exclusivamente al modelado CAD 3D. Las sesiones que se llevaron a cabo fueron: modelado de piezas geométricas a partir de croquis, modelado de sólidos con el uso de operaciones extruir saliente, extruir corte, redondeo, chaflán, vaciado, saliente y corte por revolución, recubrir, barrido, simetría, ensamblaje de piezas, y modelado mediante superficies. Cada uno de los módulos se desarrolló de manera interrelacionada, con el uso de retos u objetivos concretos a los estudiantes, para que modelaran piezas o sólidos que bien pueden partir de imágenes o fotos del objeto (reto), imágenes tridimensionales del objeto terminado en Solidworks® o de objetos físicos para que los estudiantes interactúen.

3.5. Análisis estadístico

Se llevó a cabo con la herramienta computacional SPSS® y se dividió en tres etapas:

- Exploración de variables: permite validar que en los resultados obtenidos no se presenten casos perdidos (García, 2019), y se realizó una prueba de independencia de variables con el índice estadístico “chi-cuadrado”, donde se concluye que la prueba no fue estadísticamente significativa (valores de significación asintótica por encima de 0,05), por lo tanto, las variables sí son independientes (Aguayo, 2004). Finalmente se muestra la comparación de datos obtenidos en las pruebas (Tabla 3).
- Estado de las habilidades creativas: mediante el análisis paramétrico de la prueba t se determina si las diferencias entre las medias de los grupos experimental y control son significativas desde un punto de vista estadístico, lo que permitirá identificar el estado de las habilidades creativas de los individuos que trabajan con el modelado CAD 3D.
- Establecer las diferencias significativas: se ha realizado análisis de distribución de frecuencias descriptivas para ambos grupos, con cada uno de los indicadores evaluados en el instrumento ECG, para el grupo control se ha tenido en cuenta el pretest y para el grupo experimental se ha tenido en cuenta el postest, de esta manera se podrán establecer las diferencias significativas entre las habilidades creativas de los individuos que apropiaron el modelado CAD 3D (grupo experimental), con el grupo control.

4. Resultados

Resultados evaluación de pretest y postest a los grupos experimental y control.

En la Tabla 1 y la Tabla 2 se pueden apreciar los resultados obtenidos de los indicadores evaluados por el instrumento ECG y para cada uno de los 29 sujetos de los grupos Experimental y Control.

4.1. Comparación de datos

Se llevaron a cabo las siguientes comparaciones mostradas en la Tabla 3:

- Comparación pretest y postest para grupo experimental.
- Comparación pretest y postest para grupo control.
- Comparación pretest (grupo experimental) y pretest (grupo control).
- Comparación postest (grupo experimental) y postest (grupo control).

Tabla 1.
Resultados Pretest y Postest grupo Control

#	Pretest evaluación de creatividad gráfica													Postest evaluación de creatividad gráfica												
	Te	Rc	Cf	Or	El	Cl	Ct	Ce	Fa	Hg	Sh	Fg	Pt	Te	Rc	Cf	Or	El	Cl	Ct	Ce	Fa	Hg	Sh	Fg	Pt
1	26	5	9	3	5	7	8	3	3	3	0	1,77	46	14	6	9	4	7	9	9	3	5	0	4,36	61	
2	34	2	8	1	1	0	0	0	3	2	0	0,50	17	15	0	9	2	2	2	0	0	3	2	0	1,33	20
3	16	1	6	3	2	4	2	0	3	2	1	1,50	24	16	2	6	1	1	0	0	0	2	1	0	0,81	13
4	27	7	8	2	2	1	0	0	3	2	0	0,93	25	19	6	9	2	2	2	4	0	3	2	2	1,68	32
5	32	1	9	3	2	9	9	9	5	2	2	1,59	51	20	0	9	4	5	6	9	9	3	4	0	2,45	49
6	23	3	9	2	1	0	0	0	3	2	0	0,87	20	22	0	9	3	5	0	0	0	3	3	0	1,05	23
7	32	3	5	2	1	2	0	0	3	2	0	0,56	18	29	3	5	2	4	2	4	0	3	3	0	0,90	26
8	47	1	6	2	2	0	0	0	3	2	0	0,34	16	24	0	5	1	2	0	0	0	3	2	0	0,54	13
9	44	9	1	2	3	0	0	0	3	3	1	0,50	22	25	0	6	2	2	0	0	0	3	3	0	0,64	16
10	48	2	6	2	3	0	0	0	3	3	0	0,40	19	25	2	6	2	2	0	0	0	3	3	0	0,72	18
11	55	5	9	3	3	0	0	0	5	2	1	0,51	28	38	1	9	7	9	4	9	9	7	7	0	1,63	62
12	58	2	9	7	9	9	9	9	7	7	0	1,17	68	39	2	7	8	9	7	9	3	8	8	2	1,62	63
13	49	0	6	4	7	0	6	0	5	3	1	0,65	32	47	7	4	1	1	0	6	0	3	2	1	0,53	25
14	34	7	9	2	1	9	9	9	4	2	0	1,53	52	42	5	7	2	1	0	0	0	3	2	0	0,48	20
15	44	0	8	2	3	0	0	6	3	2	0	0,55	24	41	0	8	2	1	0	0	0	3	3	0	0,41	17
16	55	4	6	3	4	0	3	0	5	3	0	0,51	28	40	0	9	4	5	0	9	9	3	4	3	1,15	46
17	22	2	6	2	3	0	0	0	3	2	0	0,82	18	39	2	9	2	3	0	3	0	3	3	0	0,64	25
18	21	0	6	2	3	5	7	3	3	2	0	1,48	31	38	5	6	3	6	2	6	0	3	6	0	0,97	37
19	40	2	6	3	7	5	6	0	3	4	0	0,90	36	38	3	6	2	7	6	6	0	3	6	0	1,03	39
20	35	2	7	1	2	2	0	0	3	2	0	0,54	19	34	2	9	3	2	0	0	0	3	2	0	0,62	21
21	48	2	6	4	7	4	6	0	5	4	0	0,79	38	30	6	9	5	3	0	6	0	5	4	0	1,27	38
22	13	4	6	1	1	0	0	0	3	2	0	1,31	17	29	3	8	3	3	0	0	0	4	3	0	0,83	24
23	22	2	8	2	1	0	0	0	3	2	0	0,82	18	19	3	9	2	2	0	0	0	4	3	0	1,21	23
24	10	2	9	3	1	0	9	9	3	2	2	4,00	40	16	3	9	2	1	0	9	9	3	3	2	2,56	41
25	10	0	9	2	2	7	9	9	4	2	2	4,60	46	13	0	9	1	1	8	9	9	3	2	0	3,23	42
26	14	0	9	1	1	9	9	9	2	1	0	2,93	41	11	0	6	2	1	4	6	6	4	2	1	2,91	32
27	32	8	5	2	1	3	2	0	2	2	0	0,78	25	10	4	8	1	1	8	9	9	2	1	0	4,30	43
28	13	9	8	2	1	8	8	9	2	2	0	3,77	49	7	7	8	1	1	8	7	6	2	1	0	5,86	41
29	13	8	3	1	1	0	0	0	2	1	0	1,23	16	8	8	5	1	1	0	2	0	2	1	0	2,50	20

Fuente: elaboración propia.

Para las dos primeras comparaciones, el análisis realizado en cada caso corresponde a la prueba t para muestras relacionadas, debido a que en estos casos tanto el pretest como el postest fue realizado al mismo grupo. Se puede observar que la comparación realizada en el pretest y postest para el grupo control, no presentó diferencias significativas en los indicadores evaluados, a excepción de la habilidad gráfica (Hg) y en la comparación realizada entre los pretest (grupo experimental) y pretest (grupo control) no se presentaron diferencias significativas en ninguno de los indicadores evaluados. Para las dos últimas comparaciones, se ejecutó el análisis de Prueba t para muestras independientes, puesto que, en estos casos, se comparan los resultados obtenidos en las pruebas de grupos independientes.

Respecto a la comparación realizada en ambos grupos con relación a la prueba postest (datos de columna derecha de Tabla 3), de acuerdo con Sabino (1980), es posible que las diferencias significativas se hallan presentado por saturación de las pruebas pretest y postest realizadas al mismo grupo, manifestandose una posible actitud de rechazo progresivo por parte de cada uno de los integrantes de la muestra, esto debido posiblemente a que las personas tiendan a cansarse al ser sometidos a responder varias veces una misma prueba, lo que podría ocasionar respuestas en el postest con base en lo respondido en el pretest. También se puede presentar sesgo en aquellas personas que obteniendo un muy buen puntaje en el pretest, por cuestiones del azar tienden a disminuir su puntuación. Este caso también se presenta de manera inversa (quienes comienzan con un puntaje bajo, lo elevan en la segunda prueba). Otro aspecto a tener en cuenta, es el periodo transcurrido entre el pretest y el postest, las personas pueden recordar cómo respondieron en la primera prueba del ECG, creando una falsa apreciación de lo que en realidad son (Hernández; Fernández; Baptista, 2014). En la comparación realizada entre los pretest (grupo experimental) y pretest (grupo control) mostrados en la Tabla 3 no se presentaron diferencias significativas en ninguno de los indicadores evaluados.

Tabla 2.
Pretest y Postest Grupo Experimental

#	Pretest evaluación de creatividad gráfica														Postest evaluación de creatividad gráfica													
	Te	Rc	Cf	Or	El	Cl	Ct	Ce	Fa	Hg	Sh	Fg	Pt	Te	Rc	Cf	Or	El	Cl	Ct	Ce	Fa	Hg	Sh	Fg	Pt		
1	37	0	8	1	1	0	0	0	2	2	0	0,38	14	27	1	9	2	4	0	2	3	4	4	0	1,07	29		
2	5	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2,00	10	26	9	6	2	7	0	6	0	4	4	0	1,46	38		
3	35	2	9	3	3	2	0	3	2	3	0	0,77	27	24	2	9	3	7	2	7	9	5	5	4	2,21	53		
4	31	1	8	5	6	0	0	0	5	4	4	1,06	33	23	3	8	5	7	0	8	6	5	7	4	2,30	53		
5	34	0	9	3	3	0	9	9	4	3	0	1,18	40	18	3	9	3	5	6	9	9	7	7	0	3,22	58		
6	29	3	4	2	3	4	0	3	2	2	0	0,79	23	15	0	9	2	2	7	8	6	5	3	2	2,93	44		
7	36	8	9	7	7	5	9	9	6	5	0	1,81	65	34	4	9	6	7	3	9	9	8	4	0	1,74	59		
8	65	7	8	6	5	0	6	0	5	4	0	0,63	41	32	4	8	5	7	0	9	9	7	5	4	1,81	58		
9	27	2	8	2	1	2	7	6	3	3	0	1,26	34	29	4	8	3	4	3	4	3	4	4	0	1,28	37		
10	33	2	6	2	1	0	3	0	3	3	1	0,64	21	26	2	5	2	4	2	5	0	4	4	0	1,08	28		
11	28	2	7	1	1	5	5	3	3	2	0	1,04	29	26	1	8	2	1	0	0	0	4	3	3	0,85	22		
12	44	2	9	1	1	0	0	0	3	2	0	0,41	18	26	0	9	1	2	0	0	0	3	3	0	0,69	18		
13	32	4	9	1	2	5	5	3	3	3	0	1,09	35	25	1	9	1	3	4	9	9	3	4	0	1,72	43		
14	54	1	9	1	4	0	0	0	3	3	0	0,39	21	25	1	7	2	4	0	8	9	3	4	0	1,52	38		
15	32	2	9	3	7	3	9	9	4	4	0	1,56	50	25	7	8	3	8	0	9	9	3	7	2	2,24	56		
16	10	5	5	2	2	0	0	0	2	3	0	1,90	19	25	7	7	2	4	0	7	9	3	3	0	1,68	42		
17	33	1	9	3	1	5	6	6	4	3	0	1,15	38	24	0	9	2	3	2	6	9	4	3	0	1,58	38		
18	47	1	8	2	1	7	9	9	3	2	0	0,89	42	24	4	9	4	8	4	9	9	5	7	2	2,54	61		
19	18	4	8	1	2	2	6	0	2	2	2	1,61	29	24	1	7	1	2	0	0	0	3	3	0	0,71	17		
20	27	8	2	7	7	0	0	0	5	4	2	1,30	35	21	8	8	3	7	0	8	6	7	5	0	2,48	52		
21	25	4	6	1	1	0	0	0	2	2	0	0,64	16	22	4	6	1	2	0	5	0	2	2	0	1,00	22		
22	47	2	8	2	3	0	0	3	3	3	2	0,55	26	36	2	8	2	2	0	0	6	2	3	0	0,69	25		
23	11	2	6	2	2	0	5	0	3	3	0	2,09	23	15	3	6	2	3	0	6	3	4	3	3	2,20	33		
24	47	4	8	3	6	4	4	9	5	6	0	1,04	49	25	3	8	1	1	4	5	3	3	3	0	1,24	31		
25	35	0	8	2	3	8	8	9	3	3	1	1,29	45	20	2	8	2	5	3	9	9	3	5	4	2,50	50		
26	24	5	5	1	2	0	0	0	3	2	0	0,75	18	40	6	5	3	3	2	6	0	3	3	0	0,78	31		
27	49	6	4	2	5	0	0	0	3	4	1	0,51	25	10	8	3	2	4	0	0	0	3	4	2	2,60	26		
28	35	7	7	3	3	0	0	0	3	2	1	0,74	26	15	7	7	3	4	0	7	6	4	4	3	3,00	45		
29	8	2	6	1	1	0	0	0	2	2	0	1,75	14	14	0	7	4	7	5	7	3	4	6	2	3,21	45		

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.
Resumen de resultados obtenidos en las comparaciones realizadas

Variable	Pretest-Postest grupo control		Pretest-Postest grupo experimental		Pretest (grupos experimental y control)		Postest (grupos experimental y control)	
	Diferencias significativas		Diferencias significativas		Diferencias significativas		Diferencias significativas	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
TE	x		x			x		x
RC		x		x		x		x
CF		x		x		x		x
OR		x		x		x		x
EL		x	x			x	x	
CL		x		x		x		x
CT		x	x			x		x
CE		x	x			x	x	
FA		x	x			x	x	
HG	x		x			x	x	
SH		x	x			x	x	
FG		x	x			x		x
PT		x	x			x	x	

Fuente: elaboración propia.

4.2. Análisis paramétrico de la prueba t

Los resultados obtenidos del análisis paramétrico de la prueba t (Tabla 4) determinan si las diferencias entre las medias de los grupos experimental y control son significativas desde un punto de vista estadístico. Esto permitió identificar el estado de las habilidades creativas de los individuos que trabajan con el modelado CAD 3D (grupo Experimental). Todos los análisis fueron realizados con un nivel de significancia de 0,05 o porcentaje del intervalo de confianza del 95 %, es decir, que cuando el valor t se calcula mediante el paquete estadístico SPSS®, la significancia bilateral se proporciona como parte de los resultados y debe ser menor a 0,05.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 4, los indicadores que presentaron diferencias estadísticas significativas (significancia bilateral menor a 0,05) fueron: elaboración (El), conectividad temática (Ct), conectividad expansiva (Ce), fantasía (Fa), habilidad gráfica (Hg), sentido del humor (Sh), fluidez gráfica (Fg) y puntaje total (Pt). Por otra parte, se puede apreciar que los indicadores que no presentaron diferencias estadísticas significativas (significancia bilateral mayor a 0,05) fueron: resistencia al cierre (Rc), compleción figurativa (Cf), originalidad (Or), conectividad lineal (Cl).

Tabla 4.
Comparación pretest - postest grupo experimental.

GRUPO DE ESTUDIO	DIFERENCIAS EMPAREJADAS						T	GL	SIG. (BILATERAL)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
GRUPO EXPERIMENTAL	Tiempo de elaboración (min) - Pretest - Tiempo de elaboración (min) - Postest	8,34	14,07	2,63	2,99	13,69	3,19	28	0,00
	Resistencia al cierre - Pretest - Resistencia al Cierre - Postest	-0,03	2,14	0,39	-0,85	0,78	-0,08	28	0,93
	Compleción Figurativa - Pretest - Compleción Figurativa - Postest	-0,58	1,91	0,35	-1,31	0,14	-1,64	28	0,11
	Originalidad - Pretest - Originalidad - Postest	-0,13	1,30	0,24	-0,63	0,35	-0,57	28	0,57
	Elaboración - Pretest - Elaboración - Postest	-1,48	2,45	0,45	-2,41	-0,54	-3,24	28	0,00
	Conectividad Lineal - Pretest - Conectividad Lineal - Postest	0,17	2,42	0,44	-0,74	1,09	0,38	28	0,70
	Conectividad Temática - Pretest - Conectividad Temática - Postest	-2,65	4,01	0,74	-4,18	-1,12	-3,56	28	0,00
	Conectividad Expansiva - Pretest - Conectividad Expansiva - Postest	-2,17	3,75	0,69	-3,59	-0,74	-3,11	28	0,00
	Fantasía - Pretest - Fantasía - Postest	-0,93	1,30	0,24	-1,42	-0,43	-3,83	28	0,00
	Habilidad Gráfica - Pretest - Habilidad Gráfica - Postest	-1,31	1,67	0,31	-1,94	-0,67	-4,22	28	0,00
	Sentido del Humor - Pretest - Sentido del Humor - Postest	-0,72	1,66	0,30	-1,35	-0,09	-2,34	28	0,02
	Fluidez Gráfica - Pretest - Fluidez Gráfica - Postest	-0,72	0,84	0,15	-1,04	-0,40	-4,63	28	0,00
Puntaje Total - Pretest - Puntaje Total - Postest	-9,86	12,17	2,26	-14,49	-5,23	-4,36	28	0,00	

Fuente: elaboración propia.

4.3. Distribución de frecuencias descriptivas

Para establecer las diferencias significativas entre las habilidades creativas de los individuos objeto de investigación que apropiaron el modelado CAD 3D (grupo experimental) con el grupo de control, se ha realizado análisis de distribución de frecuencias descriptivas de ambos grupos, con cada uno de los indicadores evaluados en el instrumento ECG. Para la presente investigación se tuvo en cuenta aquellos indicadores del ECG que

presentaron diferencias estadísticas significativas en el grupo experimental: elaboración (EI), conectividad temática (Ct), conectividad expansiva (Ce), fantasía (Fa), habilidad gráfica (Hg), sentido del humor (Sh), fluidez gráfica (Fg) y puntaje total (Pt). Para el grupo control se tuvo en cuenta el pretest y para el grupo experimental se tuvo en cuenta el postest.

Con el uso del modelado CAD 3D, se aumentó la media de 2,76 a 4,38 (Figura 3) para este indicador elaboración (EI). De 37,90 % de estudiantes que presentaron una puntuación igual a 1, sólo el 6,90% sigue con esta misma valoración después de trabajar con CAD 3D (Tabla 5). De 3,40 % de los estudiantes que obtuvieron el máximo puntaje (9), con el uso del Modelado CAD 3D se aumentó al 6,90 % (Tabla 5).

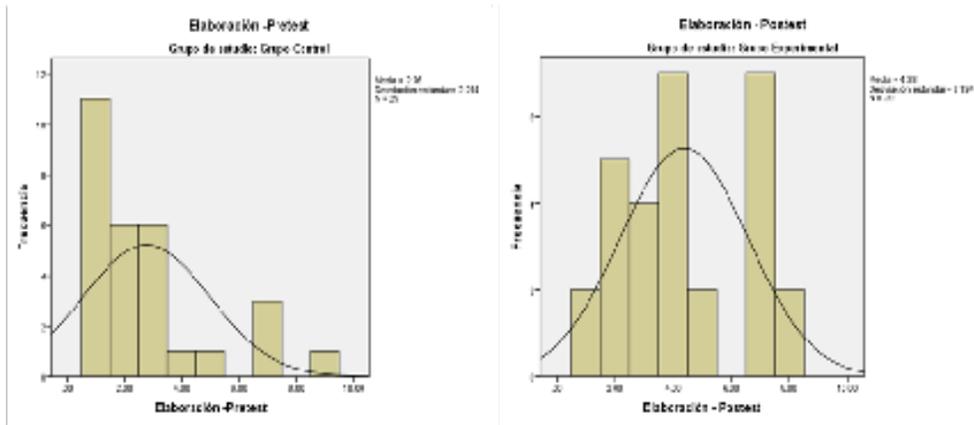


Figura 3. Histogramas Pretest -Postest elaboración (EI)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5.

Frecuencias Pretest-Postest de indicador elaboración (EI)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Grupo Control - Pretest	1	11	37,90	37,90
	2	6	20,70	58,60
	3	6	20,70	79,30
	4	1	3,40	82,80
	5	1	3,40	86,20
	7	3	10,30	96,60
	9	1	3,40	100
	Total	29	100	
Grupo Experimental - Postest	1	2	6,90	6,90
	2	5	17,20	24,10
	3	4	13,80	37,90
	4	7	24,10	62,10
	5	2	6,90	69
	7	7	24,10	93,10
	8	2	6,90	100
	Total	29	100	

Fuente: elaboración propia.

Para la conectividad temática (Ct), el uso del modelado CAD 3D aumentó la media, pasando de 3,52 a 5,79 (Figura 4). Asimismo, la desviación estándar en el grupo que trabajó con el modelado CAD tiene más uniformidad respecto al grupo control. Ahora, del 48,30 % de sujetos que presentaban una valoración igual a 0, con el uso del modelo CAD 3D se ha reducido al 17,20 % (Tabla 6), lo que ha representado una de las grandes diferencias en este indicador. Además, se puede observar cómo el grupo control presentó un porcentaje acumulado de 60 % con puntajes menores o iguales a 6, mientras que el grupo experimental con un 48,30% mostraba una valoración menor o igual 6 en los individuos. Esto indica que, para el grupo experimental, se aumentó la cantidad de sujetos que presentaron puntajes mayores a 6.

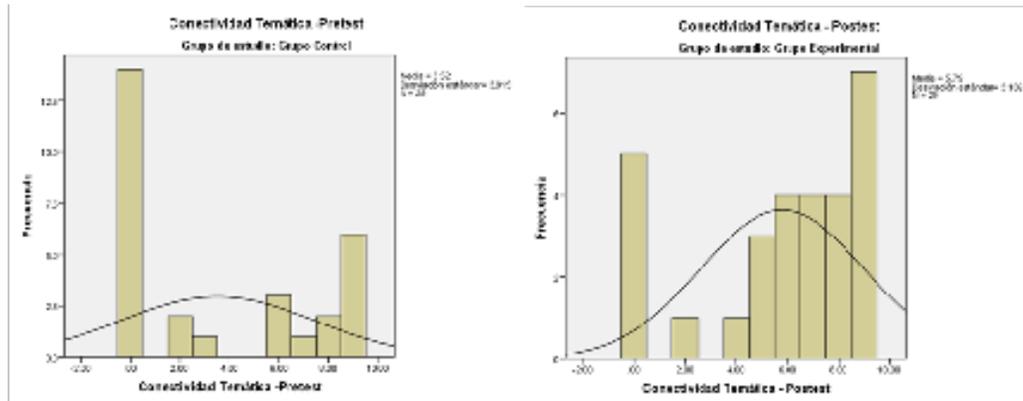


Figura 4. Histogramas Pretest -Postest conectividad temática (Ct)
Fuente: elaboración propia.

Tabla 6.
Frecuencias Pretest-Postest de indicador conectividad temática (Ct)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Grupo Control	0	14	48,30	48,30	48,30
	2	2	6,90	6,90	55,20
	3	1	3,40	3,40	58,60
	6	3	10,30	10,30	69
	7	1	3,40	3,40	72,40
	8	2	6,90	6,90	79,30
	Total	29	100	100	
Grupo Experimental	0	5	17,20	17,20	17,20
	2	1	3,40	3,40	20,70
	4	1	3,40	3,40	24,10
	5	3	10,30	10,30	34,50
	6	4	13,80	13,80	48,30
	7	4	13,80	13,80	62,10
	8	4	13,80	13,80	75,90
9	7	24,10	24,10	100	
Total	29	100	100		

Fuente: elaboración propia.

La conectividad expansiva (Ce), por el uso del modelado CAD 3D presentó un aumento en la media de 2,59 a 4,97 (Figura 5). También, permitió establecer que el 65,50% de los sujetos que presentaban una valoración igual a 0 presentan luego una disminución a 27,60 % (Tabla 7), explicado de otra forma, de 19 sujetos con puntaje igual a 0, después de usar el modelado CAD 3D tan sólo 8 sujetos aún presentan esta misma valoración. Igualmente, se presentó un aumento en los sujetos que tenían una valoración igual a 9, pasando del 24,10 % al 37,90 % (Tabla 7).

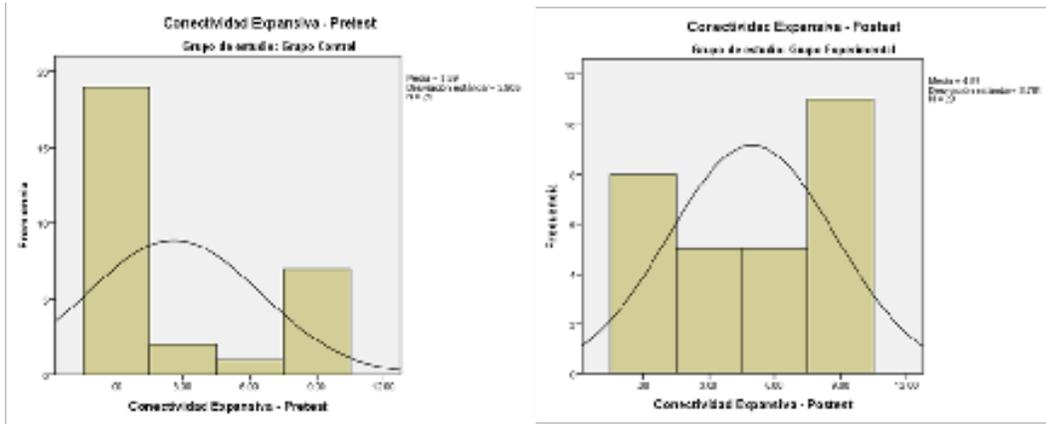


Figura 5. Histogramas Pretest -Postest conectividad expansiva (Ce)
Fuente: elaboración propia.

Tabla 7.
Frecuencias Pretest-Postest indicador conectividad expansiva (Ce)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Grupo Control	2	4	13,80	13,80	13,80
	3	17	58,60	58,60	72,40
	4	2	6,90	6,90	79,30
	5	5	17,20	17,20	96,60
	7	1	3,40	3,40	100
	Total	29	100	100	
Grupo Experimental	2	2	6,90	6,90	6,90
	3	10	34,50	34,50	41,40
	4	9	31	31	72,40
	5	4	13,80	13,80	86,20
	7	3	10,30	10,30	96,60
	8	1	3,40	3,40	100
Total	29	100	100		

Fuente: elaboración propia.

Para la fantasía (Fa), se pudo observar un aumento en la media, pasando de 3,41 a 4,10 (Figura 6), en gran parte, gracias a que se aumentó el porcentaje de sujetos que obtuvieron una valoración igual a 4, donde, para el grupo control corresponde al 6,90 %, mientras que para el grupo experimental corresponde al 31 % (Tabla 8). También se observó un aumento en la cantidad de sujetos que presentaron una valoración igual a 7, pasando de 1 a 3 sujetos. Además, a pesar de que la desviación estándar es más uniforme para el grupo control respecto al experimental, se aprecia que, para el primer grupo, se tenía un porcentaje acumulado del 72,40 % con valoración menor o igual a 3, mientras que para el segundo grupo se aprecia como disminuyó este porcentaje hasta el 41,40 % (Tabla 8).

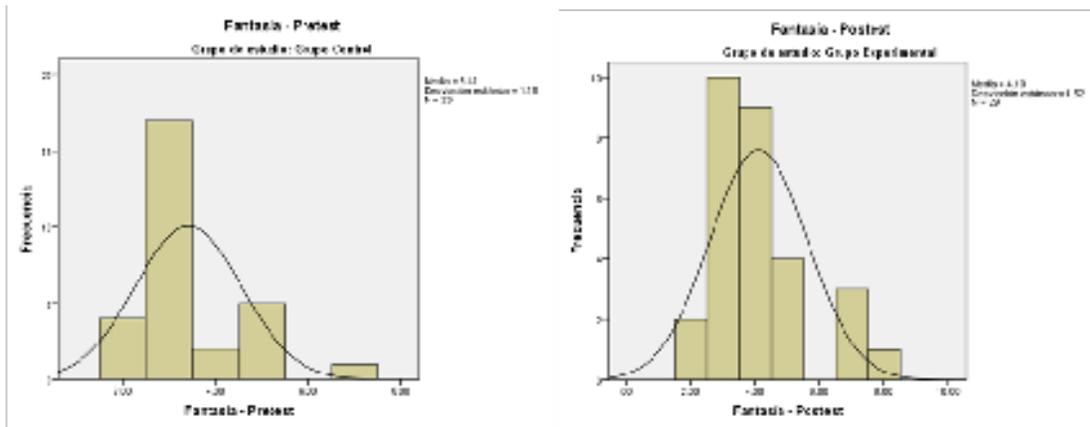


Figura 6. Histogramas Pretest -Postest fantasía (Fa)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8.

Frecuencias Pretest - Postest indicador fantasía (Fa)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Grupo Control	2	4	13,80	13,80	13,80
	3	17	58,60	58,60	72,40
	4	2	6,90	6,90	79,30
	5	5	17,20	17,20	96,60
	7	1	3,40	3,40	100
	Total	29	100	100	
Grupo Experimental	2	2	6,90	6,90	6,90
	3	10	34,50	34,50	41,40
	4	9	31	31	72,40
	5	4	13,80	13,80	86,20
	7	3	10,30	10,30	96,60
	8	1	3,40	3,40	100
Total	29	100	100		

Fuente: elaboración propia.

La habilidad gráfica (Hg) presentó un aumento considerable en la media, pasando del 2,41 al 4,21 (Figura 7). A pesar de que la desviación estándar es más uniforme para el grupo control respecto al grupo experimental, se puede apreciar cómo el 72,40 % (porcentaje acumulado) de los sujetos del grupo control, presentaba una valoración menor o igual a 2, mientras que para el grupo experimental se redujo esta cifra a tan sólo el 3,40 % de los sujetos (Tabla 9). Además, del 3,40 % de los sujetos que presentaron una valoración igual a 7, gracias al modelado CAD, esta cifra ha aumentado hasta el 13,80 % (Tabla 9).

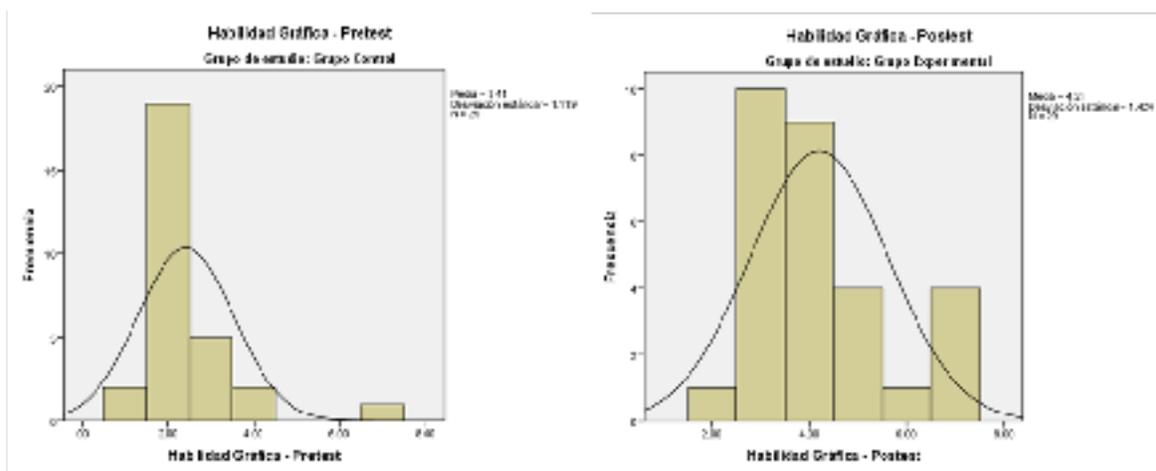


Figura 7. Histogramas Pretest -Postest habilidad gráfica (Hg).
Fuente: elaboración propia.

Tabla 9.

Frecuencias Pretest-Postest para indicador habilidad gráfica (Hg)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Grupo Control	1	2	6,90	6,90	6,90
	2	19	65,50	65,50	72,40
	3	5	17,2	17,20	89,70
	4	2	6,90	6,90	96,60
	7	1	3,40	3,40	100
	Total	29	100	100	
Grupo Experimental	2	1	3,40	3,40	3,40
	3	10	34,50	34,50	37,90
	4	9	31	31	69
	5	4	13,80	13,80	82,80
	6	1	3,40	3,40	86,20
	7	4	13,80	13,80	100
Total	29	100	100		

Fuente: elaboración propia.

El sentido del humor (Sh), a pesar de tener medias más bajas respecto a los demás indicadores, presentó diferencias significativas, ya que se observa un aumento en la media desde 0,34 al 1,21 (Figura 8). Mientras que para el grupo Control se tenían un 75,90 % de los sujetos con una valoración igual a 0, para el grupo experimental se aprecia un porcentaje de 58,60 % (Tabla 10). Además, hay un aumento en los sujetos que presentaron una valoración mayor a 2, que para el grupo control corresponde al 0 %, mientras que para el grupo experimental existe un 10,30 % con una valoración de 3 y un 13,80 % con una valoración de 4, presentando un incremento del 24,10 % (Tabla 10).

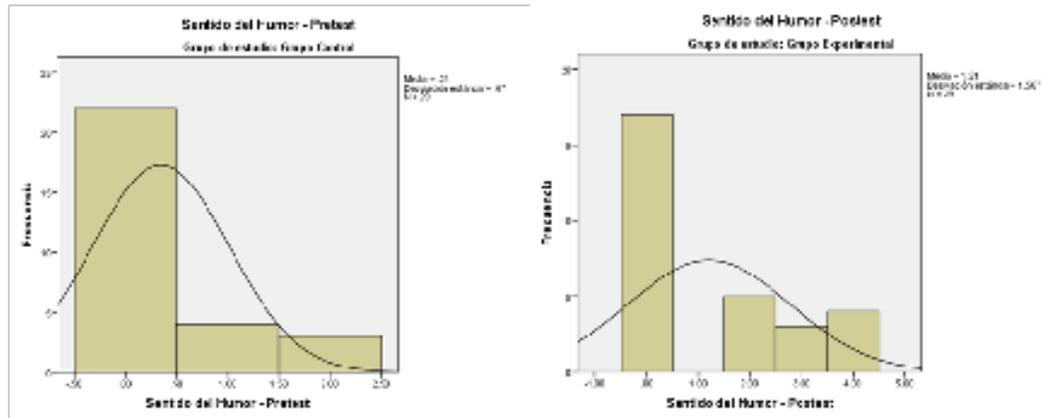


Figura 8. Histogramas Pretest -Postest sentido del humor (Sh)
Fuente: elaboración propia.

Tabla 10.
Frecuencias Pretest-Postest para indicador sentido del humor (Sh).

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Grupo Control	0	22	75,90	75,90	75,90
	1	4	13,80	13,80	89,70
	2	3	10,30	10,30	100
	Total	29	100	100	
Grupo Experimental	0	17	58,60	58,60	58,60
	2	5	17,20	17,20	75,90
	3	3	10,30	10,30	86,20
	4	4	13,80	13,80	100
	Total	29	100	100	

Fuente: elaboración propia.

La fluidez gráfica (Fg) presentó un aumento en la media, desde 1,30 al 1,80. Otro aspecto importante es que la desviación estándar que presentó una mayor uniformidad para el grupo experimental (0,79) respecto al grupo control (1,12) (Figura 9).

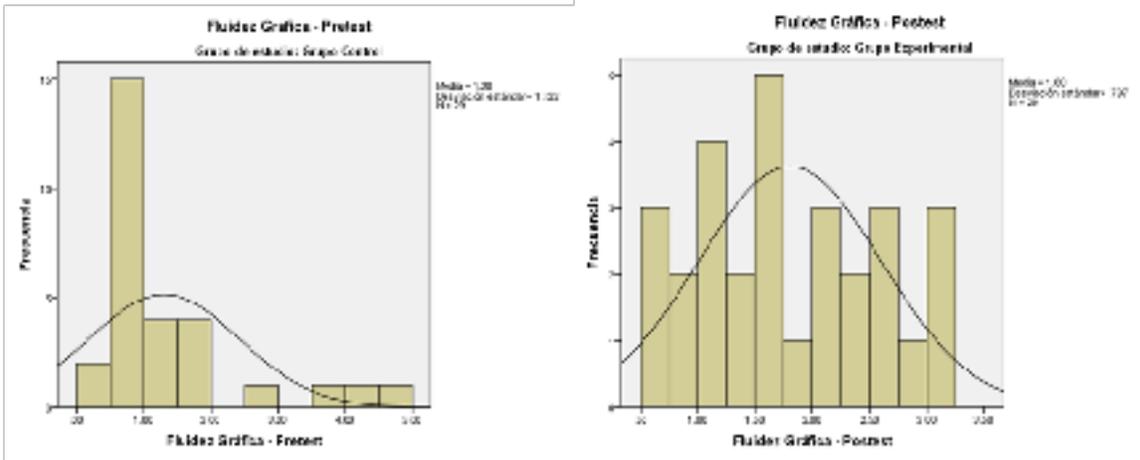


Figura 9. Histogramas Pretest -Postest fluidez gráfica (Fg)
Fuente: elaboración propia.

A pesar de que no es considerado como un indicador de habilidad gráfica del ECG, el puntaje total (Pt) brinda una perspectiva holística de los resultados de las pruebas ECG aplicados a ambos grupos ya que corresponde a la sumatoria de cada uno de los puntajes obtenidos en los 11 indicadores evaluados. Se puede apreciar como existe un aumento en la media, registrándose un 30,48 para el grupo Control, mientras que para el grupo que utilizó el modelado CAD 3D (grupo experimental) se registra una media de 39,72 (Figura 10). En términos generales esto indica que el uso del modelado CAD 3D estimula positivamente el desarrollo de las habilidades creativas en los individuos

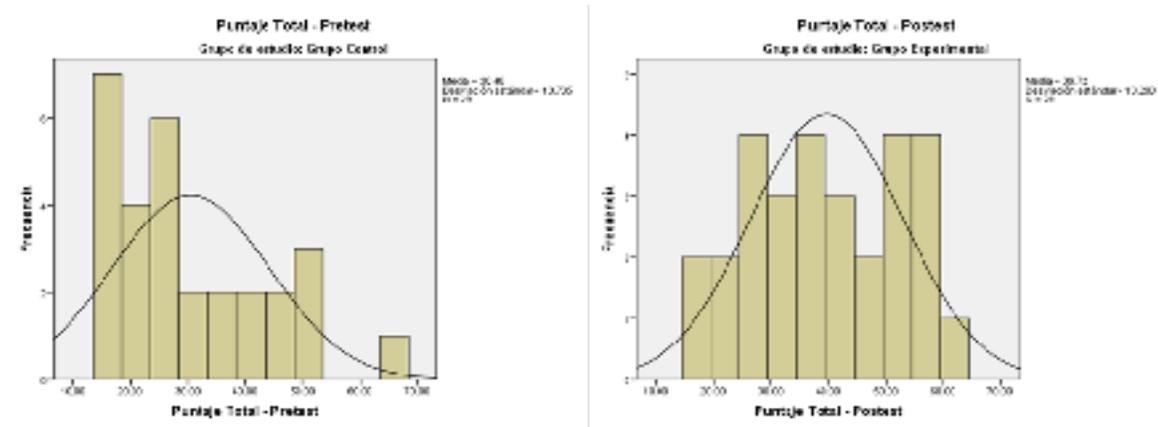


Figura 10. Histogramas Pretest -Postest puntaje total (Pt)
Fuente: elaboración propia.

5. Discusión

El indicador elaboración (El), está asociado al individuo con capacidades más analíticas y que presta más atención a los elementos secundarios y habilidades para expresar con mayor detalle sus ideas (De la Torre; Violant, 2006). El Modelado CAD 3D aporta herramientas que contribuyen al individuo a poder representar acabados más atractivos, expresivos, estéticos y ricos en sugerencias. Estos acabados suponen más dedicación y esfuerzo. El individuo puede prestar más atención a los elementos secundarios o a los detalles, en otras palabras,

el modelado contribuye a que el sujeto sea más analítico, por lo que mejora su capacidad para la evaluación de alternativas en la solución de problemas (García, 2019).

Respecto a la conectividad temática (Ct), indicador asociado a la capacidad del individuo para representar imaginativamente la escena que quiere dibujar antes de hacerlo, con capacidad de sobrepasar el estímulo más allá de lo que la estructura gráfica sugiere (De la Torre; Violant, 2006) los individuos que trabajan el modelado CAD 3D, de acuerdo con Armheim (1986) integran elementos independientes en una composición, representándose imaginativamente el modelo que se quiere realizar antes de hacerlo y con la capacidad de sobrepasar el estímulo más allá de lo que la estructura gráfica sugiere. Esto permite desarrollar la capacidad creativa de establecer relaciones entre elementos, haciendo referencia a la conexión entre ideas o situaciones previas hacia una nueva situación o problema que se plantee (García, 2019).

Con relación a la conectividad expansiva (Ce), indicador que permite reconocer en el individuo expansión, iniciativa y aceptación de riesgo, cierto grado de inconformismo y tolerancia a lo complejo, disposición para romper limitaciones y bloqueos perceptivos, prejuicios, convencionalismos, marcos de referencia, posibilitando con ello encontrar nuevas soluciones a los problemas (De la Torre; Violant, 2006). El modelado CAD 3D, permite en el individuo encontrar nuevas soluciones a los problemas, desarrollando rasgos propios de las personas creativas tales como la iniciativa, aceptación del riesgo, cierto grado de inconformismo y tolerancia a lo complejo. Esto permite que el individuo encuentre usos, funciones y aplicaciones diferentes a las habituales, ampliando el abanico de posibles soluciones a muchos problemas (García, 2019).

Para la fantasía (Fa), indicador que permite indagar las fronteras del pensamiento divergente (De la Torre; Violant, 2006), sugiere que los individuos que representaron espacialmente objetos mediante el modelado CAD 3D, llevaron la originalidad a sus límites extremos entre la pertinencia de la respuesta y la extravagancia, logrando así dar la mayor cantidad de respuestas posibles sin tener en cuenta la plausibilidad y sin juzgar todas las alternativas generadas, característica de personas altamente creativas (García, 2019).

La habilidad gráfica (Hg), indicador asociado a la capacidad del individuo destacándose en originalidad, conectividad y fluidez (De la Torre; Violant, 2006). El modelado CAD 3D permite que, el individuo posea habilidades mejoradas en su destreza y capacidades para trasladar a lenguaje gráfico las imágenes mentales, donde se tiende también a destacar en originalidad, conectividad y fluidez. El desarrollo de este indicador permite al sujeto mostrar habilidades creativas para generar una gran cantidad de repuestas y soluciones a un problema planteado (García, 2019).

El sentido del humor (Sh), indicador asociado a la capacidad del individuo para generar asociaciones de temas o situaciones independientes (De la Torre; Violant, 2006), con el uso del modelado CAD 3D, el individuo desarrolla facilidades para generar asociaciones independientes unidas inesperadamente gracias a la flexibilidad del pensamiento y el uso de relaciones forzadas. Además, el individuo categoriza las respuestas; los productos, puede responder a una gran variedad de categorías y disciplinas, esto permite que no sólo se ofrezca un argumento, sino muchos y variados (García, 2019).

La fluidez gráfica (Fg), indicador asociado a la facilidad que tienen los individuos para expresar múltiples ideas con un determinado código (De la Torre; Violant, 2006). El modelado CAD 3D mejora en el individuo la capacidad de expresar múltiples ideas con un determinado código, siempre y cuando se encuentre en una habilidad de dominio específico. Como el factor que más influyó en la evaluación de este indicador fue el tiempo, se puede concluir que el uso del modelado CAD 3D, permitió que el grupo evaluado (grupo experimental) mejorara su capacidad en ofrecer mayor flujo de ideas en una menor cantidad de tiempo, generando un trabajo intenso y de carácter creativo en un estado de conciencia enfocada (García, 2019).

Se identifican diferentes factores que desarrollan la creatividad en los individuos con el uso del modelado CAD 3D, tales como el pensamiento y la abstracción visual por las pistas visuales que ofrecen los

modelos 3D, expandiendo ideas creativas a partir de esas pistas, y, que de acuerdo con Villafaña y Mínguez (2014) se dan por el uso de mecanismos mentales tales como exploración activa, completamiento, simplificación, síntesis, corrección, selección y conceptualización. La resolución de problemas se aborda inicialmente a través de las imágenes mentales especialmente de tipo visual en los ejercicios planteados para el modelado CAD 3D, el individuo debe recurrir a dichas imágenes para poder modelar y solucionar el problema que se plantea, partiendo principalmente de un estímulo que se presenta a través del lenguaje visual descrito por Acaso (2009), que puede ser una información gráfica, producto visual, desarrollo plástico, texto icónico, artefacto visual o una representación visual.

6. Conclusiones y recomendaciones

La muestra objeto de estudio estuvo conformada por un grupo experimental y un grupo control, a los dos grupos se les llevó a cabo un pretest (prueba ECG), al grupo experimental se le realizó un estímulo o tratamiento que correspondió a la enseñanza del modelado CAD 3D (variable independiente), y el grupo control sin intervención. Finalmente, a ambos grupos se les realizó un Postest (prueba ECG) que permitió evaluar las habilidades creativas (variable dependiente), lo que ha permitido realizar inferencias respecto a los cambios presentados como consecuencia del estímulo.

Se valida la hipótesis alternativa donde el Diseño Asistido por Computador (CAD), obliga a los individuos al uso de estructuras complejas del pensamiento, y que por ende existe un desarrollo de la creatividad, que de acuerdo con los indicadores evaluados por el instrumento ECG corresponden a:

- Elaboración (El).
- Conectividad temática (Ct).
- Conectividad expansiva (Ce).
- Fantasía (Fa).
- Habilidad gráfica (Hg).
- Sentido del Humor (Sh).
- Fluidez gráfica (Fg).

El puntaje total (Pt), a pesar de que no es considerado como un indicador de habilidad gráfica del ECG, brinda una perspectiva holística de los resultados globales de las pruebas. Se pudo apreciar un aumento en la media. En términos generales, esto indica que el uso del modelado CAD 3D genera desarrollo de manera significativa en habilidades creativas para los individuos.

En los ejercicios planteados para el modelado CAD 3D, el individuo debe recurrir a imágenes mentales especialmente de tipo visual (Armheim, 1986), para poder modelar y solucionar el problema que se plantea, partiendo principalmente de un estímulo que se presenta a través del lenguaje visual que para Acaso (2009) puede ser una información gráfica, producto visual, desarrollo plástico, texto icónico, artefacto visual o una representación visual. El desarrollo de habilidades creativas se ve favorecido cuando en el modelado CAD 3D se hace uso de las representaciones tridimensionales utilizadas en el lenguaje visual propio del programa; dichas representaciones son las herramientas de configuración (tamaño, forma, color, iluminación, textura, etc.) y de organización (composición de técnicas de modelado) las cuales, dan el soporte tridimensional digital a cada uno de los componentes del sólido (Acaso, 2009).

El modelado CAD 3D, como un medio de expresión gráfica, permite la comunicación, intervención, transformación y elaboración sobre un entorno de estudio (objeto), aportando al desarrollo del pensamiento de diseño descrito por Jimenez (1998), quien lo define como un proceso de conceptualización, proyección o un pensamiento productivo develado por la visualización, intuición, imaginación, generación de ideas y creatividad. El modelado CAD 3D permite resolver problemas que requieren información espacial, lo cual

lo logra a través de las imágenes mentales especialmente de tipo visual y se evidencia cuando se pretende distribuir espacios, localizar objetos concretos en lugares precisos, etc. En los ejercicios planteados para el modelado CAD 3D, el individuo debe recurrir a dichas imágenes para poder modelar y solucionar el problema que se plantea, partiendo principalmente de un estímulo que se presenta a través del lenguaje visual descrito por Acaso (2009), que puede ser una información gráfica, producto visual, desarrollo plástico, texto icónico, artefacto visual o una representación visual.

Con el propósito de seguir profundizando en los factores que desarrollen habilidades creativas en los estudiantes, se proponen a continuación una serie de enfoques investigativos:

- De acuerdo con la prueba de Inteligencias múltiples (Sánchez; Andrade, 2014), se puede establecer la relación entre las habilidades creativas que desarrolla el estudiante con el uso del modelado CAD 3D y las inteligencias con puntaje más alto. Esto permitirá identificar factores que desarrollen las habilidades creativas de acuerdo con el tipo de inteligencia. El autor, en su estudio con el uso modelado CAD 3D llevó a cabo la aplicación de pruebas tales como la guía para identificar las inteligencias múltiples de Kertész (citado por: Sánchez González & Andrade Esparza, 2014).
- Otra futura investigación que puede arrojar información valiosa corresponde a identificar los estilos de aprendizaje del individuo (Sánchez; Andrade, 2014), de esta forma se aportará a la identificación de los factores que potencian o coaccionan las habilidades creativas de los estudiantes con el uso del modelado CAD 3D, el autor en el presente proyecto llevó a cabo la prueba de inventario de estilos de aprendizaje de Felder (citado en Sánchez; Andrade, 2014).
- Para corroborar o contrarrestar los resultados obtenidos en esta investigación, se sugiere el uso de otras pruebas diferentes al instrumento ECG para medir las habilidades creativas.
- Se recomienda también abordar el estudio de la percepción visual o espacial (Gutierrez, 1992), para establecer su relación con la apropiación del modelado CAD 3D, aspecto que puede influir directamente en el desarrollo de las habilidades creativas de los individuos.
- Como variables intervinientes se propone identificar los aspectos de nutrición, estado de ánimo, ansiedad y estrés; para poder identificar aspectos de índole externo que estimulen o desestimulen el desarrollo de las habilidades creativas con el uso del modelado CAD 3D.
- Se propone realizar un análisis a los resultados obtenidos en esta investigación, pero desde el enfoque comprensivo (de orden cualitativo).
- Se recomienda continuar profundizando en este tipo de estudios cuyo eje central es el uso de otros modeladores CAD 3D, pero teniendo en cuenta otros modeladores diferentes al Solidworks®.

Referencias

- Acaso, Maria (2009). *El lenguaje visual (1ra ed.)*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica S.A.
- Aguayo, Mariano (2004). Cómo realizar “paso a paso” un contraste de hipótesis con SPSS para Windows y alternativamente con EPIINFO y EPIDAT: (II) Asociación entre una variable cuantitativa y una categórica (Comparación de medias entre dos o más grupos independientes). *Fabis*, 07(02), 1-20.
- Aguilar, M.; López, M.; De las Heras, A.; Gámez, J. (2014). El software de diseño 3D como recurso docente en la clase magistral de expresión gráfica. Caso Estudio: El tetraedro. En: M. Mata (Ed.), *Innovación educativa*

- en las enseñanzas técnicas: Vol. II.* (pp. 1299-1310). Almadén: Ediciones de la Universidad de Castilla - La Mancha.
- Armheim, Rudolf (1986). *El pensamiento visual*. Barcelona: Ediciones Paidós.
- Baer, John (1994). Divergent thinking is not a general trait: A multi-domain training experiment. *Creativity Research Journal*, 7(1), 35-46.
[doi:10.1080/10400419409534507](https://doi.org/10.1080/10400419409534507)
- Bermejo, Rosario; Ferrando, María; Sainz, Marta; Soto, Gloria; Ruiz, María (2014). Procesos cognitivos de la creatividad en estudiantes universitarios. *Educatio Siglo XXI*, 32(2), 41-58.
<https://doi.org/10.6018/j/202151>
- Bonnardel, Nathalie; Zenasni, Franck (2010). The Impact of Technology on Creativity in Design: An Enhancement? *Creativity and Innovation Management*, 19(2), 180-191.
[doi:10.1111/j.1467-8691.2010.00560.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2010.00560.x)
- Chaur; Jairo (2004). *Diseño conceptual de productos asistido por ordenador: Un estudio analítico sobre aplicaciones y definición de la estructura básica de un nuevo programa* (tesis de pregrado). Universidad politécnica de Cataluña, Barcelona.
- Cho, Ji Young (2016). An Investigation of Design Studio Performance in Relation to Creativity, Spatial Ability, and Visual Cognitive Style. *Thinking Skills and Creativity*, 37. 67-78.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2016.11.006>
- De la Torre, Saturnino (1991). *Evaluación de la creatividad. TAEC, un instrumento de apoyo a la Reforma*. Madrid: Escuela española, S.A.
- De la Torre, Saturnino (2009). La universidad que queremos. Estrategias creativas en el aula universitaria. *Revista Digital Universitaria*, 10(12), 2- 17.
- De la Torre, Saturnino; Ibañez, Ricardo (2000). *Manual de creatividad: aplicaciones educativas*. Barcelona: Ediciones Vivens Vives S.A.
- De la Torre, Saturnino; Violant, Verónica (2006). *Comprender y Evaluar la Creatividad*. Malaga: Algibe, S.L.
- García, Carlos (2019). *Desarrollo de las habilidades creativas de los aprendices del SENA como consecuencia del uso de herramientas TIC* (tesis de maestría). Manizales, Universidad Autónoma de Manizales UAM.
- Gardner, Howard (2010). *Mentes Creativas: Una anatomía de la creatividad*. Barcelona: Paidós Iberica.
- Gutierrez, Angel (1992). Procesos y habilidades en visualización espacial. En Memorias del Tercer Simposio Internacional sobre Investigación en Educación Matemática: Geometría (pp. 44-59). México: CINVESTAV.
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos; Baptista, Pilar (2014). *Metodología de la investigación (6ta ed.)*. México D.F: Mc Graw Hill Education.
- Ibañez, Ricardo (1998). *La creatividad diagnóstico, evaluación e investigación*. Madrid, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- Jimenez, Luz (1998). *La producción creativa en el diseño. Conocimiento y pensamiento* (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- Lee, Sangwon; Yan, Jin (2016). The impact of 3D CAD interfaces on user ideation: A comparative analysis using SketchUp and Silhouette. *Design Studies*, 44, 52-76.
<https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.02.001>
- Lieu, Dennis; Sorby, Sheryl (2011). *Dibujo para diseño de ingeniería*. México: Cengage Learning Editores.
- Miller, Angela (2009). *Cognitive processes associated with creativity: Scale development and validation* (tesis doctoral). Ball State University, Indiana.
- Ministerio de Educación Nacional (2008). *Educación técnica y tecnológica para la competitividad*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Morea, Teresa; Soraire, Maria (2005). Un recurso para mejorar la calidad de la enseñanza. En V. Violant; S. De la Torre (Ed.), *Comprender y evaluar la creatividad* (pp. 427-440). España: Ajibe.
- Musta'amal, Aede; Norman, Eddie; Jabor, Mohd; Buntat, Yahya (2012). Does CAD Really Encourage Creative Behaviors among its Users: A Case Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56, 602 – 608.
[doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.694](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.694)
- O'Sullivan, Barry (1999). *Constraint-Aided Conceptual Design* (tesis doctoral), University College Cork, Irlanda.
- Ovejero, Maria (2013). *Desarrollo cognitivo y motor*. Madrid: Macmillan Profesional.
- Sabino, Carlos (1980). *El proceso de investigación*. Bogotá, Colombia: El Cid Editor Ltda.
- Sánchez, Lizbeth; Andrade Rafael (2014). *Inteligencias múltiples y estilos de aprendizaje: diagnóstico y estrategias para su potenciación*. Colombia: Alfaomega Colombiana
- Sánchez, Mauricio (2006). *Diseñar desde el pensamiento analógico por modelos. Desarrollo de la Creatividad*. Bogotá: Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Servicio Nacional de Aprendizaje SENA (2017). *Informe de aprendices matriculados en etapa lectiva del programa Mantenimiento Mecatrónico de Automotores*. Dosquebradas, Colombia: SENA.
- Servicio Nacional de Aprendizaje SENA (2017). *Listado del Licenciamiento del software por parte del SENA*. Dosquebradas. Colombia: SENA.
- Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. (2016). *Diseño curricular del programa de formación Mantenimiento Mecatrónico de Automotores*. Colombia: SENA.
- Sönmez, Murat (2013). Creativity and solid modeling. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93, 5-10.
[doi: 10.1016/j.sbspro.2013.09.172](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.09.172)
- Valdés de León, Gustavo (2011). *Una molesta introducción al estudio del diseño (1a ed.)*. Buenos Aires: Nobuko.
- Villafañe, Justo; Mínguez, Norberto (2014). *Principios de teoría general de la imagen*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Whitefield, Andy (1986). An Analysis and comparison of knowledge use in designing with and without CAD. In Alison, Smith (Ed.). *Knowledge Engineering and Computer Modelling in CAD* (pp. 89-97). London: Butterworth-Heinemann.