

**PROPUESTA DE UN MODELO PARA EVALUAR EL DESARROLLO DE
HABILIDADES Y DESTREZAS EN DIBUJO CREATIVO PARA INGENIERÍA DE
DISEÑO**

Luis Fernando Sierra Zuluaga

Trabajo presentado para optar al
Grado de Maestría en Ingeniería.

Asesor:

Juan Diego Ramos Betancur, MSc.

Maestría en Ingeniería

Modalidad: Profundización.

Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto

Escuela de Ingenierías

Universidad EAFIT

2019

Nota de jurado

Medellín, 26 de Febrero de 2019.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al departamento de Ingeniería de Diseño, a la Maestría en Ingeniería, a la Universidad EAFIT y sus directivos, así como al cuerpo docente, por su gestión y por ofrecer un programa en el que se abre espacio al conocimiento y a la reflexión sobre asuntos propios no sólo de la ciencia sino de diversas áreas, que me han enriquecido de manera inmensa y me han ayudado en un proceso de formación acorde a mis experiencias y proyecciones futuras.

Agradezco, además, principalmente al Prof. Juan Diego Ramos Betancur por su apoyo, confianza incondicional y por la orientación que me ofreció para que el presente trabajo fuera posible y lograra un resultado satisfactorio.

A los profesores del departamento, quienes me ayudaron con sus respectivos conocimientos para aclarar el panorama y el enfoque de mi investigación; y muy especialmente al Prof. Nicolás Peñaloza, quien como compañero de área ayudó en la discusión sobre los temas tratados y que con su acompañamiento se lograron implementar algunos de los cambios que el presente trabajo plantea.

También agradezco a mi familia por su comprensión y entusiasmo por los logros perseguidos y alcanzados de mi parte.

Por último y más importante, a Luz Mireya, quien siempre me animó a no perder la fe para continuar y obtener lo que quería, acompañándome siempre y en todos los momentos por difíciles que estos fueran.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.	7
LISTA DE TABLAS.	11
ABREVIATURAS.	12
GLOSARIO.	13
INTRODUCCIÓN.	16
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES.	18
1.1. DIAGNÓSTICO INICIAL.	18
1.1.1. Origen del Proyecto y Trabajos Preliminares.	18
1.1.2. Los principios misionales de la universidad y su propuesta educativa.	24
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	29
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.	30
1.4. OBJETIVOS Y ALCANCES.	34
1.4.1. Objetivo General.	34
1.4.2. Objetivos Específicos.	34
1.4.3. Alcances y Limitaciones.	35
2. CAPÍTULO 2: GENERALIDADES (Etapa Exploratoria).	36
2.1. MARCO DE REFERENCIA.	36
2.1.1. La Investigación en la Educación.	36
2.1.2. Los procesos cognitivos y su relación con el dibujo.	38

2.1.3. Hemisferios cerebrales.	38
2.1.4. Bloqueos para dibujar.	43
2.2. La enseñanza del Dibujo en Ingeniería y Diseño.	48
2.3. El pensamiento visual y el dibujo.	53
2.4. La creatividad y el proceso creativo.	55
2.4.1. Definiciones de creatividad.	59
2.4.2. La creatividad para diseñadores.	65
2.5. La evaluación de la creatividad.	68
2.6. Los procesos de diseño y su relación con el dibujo.	71
2.7. El uso de las TIC y las PBT en la enseñanza y el aprendizaje del dibujo.	73
2.7.1. Percepción-de-los-estudiantes-de-IDP-ante-las-dos-formas-de-dibujo.	76
2.8. Los procesos de evaluación en el dibujo.	78
3. CAPÍTULO 3: PROPUESTA DEL MODELO (Etapa de Desarrollo).	82
3.1. Propuesta o diseño metodológico.	82
3.2. El proceso de diseño y el dibujo.	83
3.2.1 ELEMENTOS QUE CONFIGURAN EL MODELO PARA EL DIBUJO CREATIVO.	87
3.3. Métodos de ideación y creatividad relacionados con el uso del dibujo.	97
3.4. La evaluación en el dibujo.	97
3.5. Revisión del Proceso de Diseño y el Dibujo en IDP-EAFIT.	98

3.5.1. Categorización de hallazgos.	102
3.6. Caracterización de las habilidades de un IDP de EAFIT a nivel ilustrativo.	103
3.6.1. Habilidades Transversales para el dibujo en IDP. Y Habilidades Específicas para el Dibujo Creativo en Diseño.	103
3.6.2. Objetivo de la asignatura: Dibujo para la Creación.	104
3.6.3. Resultados de Aprendizaje DPC.	104
3.6.4. Descripción analítica de contenidos: temas y subtemas DPC.	105
3.6.5. Objetivo de la asignatura: Dibujo para la Formalización.	106
3.6.6. Resultados de Aprendizaje DPF.	107
3.6.7. Descripción analítica de contenidos: temas y subtemas DPF:	107
3.7. DISEÑO DE LA HERRAMIENTA EVALUATIVA.	109
3.7.1. Que es una rúbrica y cómo funciona.	110
3.7.2. Tipos de rúbrica.	112
3.7.3. Otras herramientas de evaluación del desempeño.	114
3.7.4. Las rúbricas para procesos de evaluación de diseño.	116
3.8. NECESIDAD DE CREAR UNA HERRAMIENTA EVALUATIVA PARA EL DIBUJO.	120
3.8.1. Los conceptos y técnicas de expresión de ideas en la Universidad EAFIT.	121
3.8.2. Hallazgos en el proceso de evaluación previa a las rúbricas.	122
3.8.3. Listado oportunidades y deficiencias encontradas.	123
a. Componente estudiante.	123

b.	Componente profesor.	124
c.	Componente entorno.	125
d.	Componente tecnológico.	126
e.	Componente método.	127
3.9.	Planificación y Elaboración de Rúbricas.	128
a.	Implementación y validación: Descripción del desarrollo de las rúbricas.	129
b.	Medios e Instrumentos para la Evaluación.	132
c.	Tabla de instrumentos diseñados.	133
d.	Análisis de los componentes en las rúbricas diseñadas.	134
e.	Análisis de los descriptores en las rúbricas diseñadas.	137
4.	CAPÍTULO 4: RESULTADOS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	138
4.1.	Resultados y seguimiento.	138
4.2.	Conclusiones del Proyecto.	144
4.3.	Recomendaciones para trabajos futuros.	150
5.	BIBLIOGRAFÍA.	152
6.	LISTA DE ANEXOS.	161

LISTA DE FIGURAS.

<i>Figura 1:</i> Componentes a considerar para el Proyecto Wacom.	20
<i>Figura 2:</i> Matriz causa efecto de nivel de destrezas en dibujo.	21
<i>Figura 3:</i> Habilidades requeridas para aprender dibujar a según Edwards.	37
<i>Figura 4:</i> Habilidad del dibujo frente al tiempo.	43
<i>Figura 5:</i> Intención del dibujo según Edwards.	46
<i>Figura 6:</i> Taxonomía de las representaciones de diseño visual.	50
<i>Figura 8:</i> Categorización de los tipos de dibujo según las etapas del proceso de diseño.	51
<i>Figura 9:</i> Esquema del doble diamante creativo según el Design Council.	57
<i>Figura 10:</i> Habilidades cognitivas superiores y creatividad, de acuerdo a la taxonomía de Bloom.	63
<i>Figura 11:</i> Diagrama del proceso de diseño según Ulrich y Eppinger.	65
<i>Figura 12:</i> Diagrama del proceso creativo en las artes y el diseño.	69
<i>Figura 13:</i> Doble diamante creativo y su relación con el dibujo.	70
<i>Figura 14:</i> Proceso de diseño secuencial por etapas y su relación con el dibujo.	71
<i>Figura 15:</i> Proceso de diseño de producto por etapas según autores.	72
<i>Figura 16:</i> Medios digitales para el dibujo en el proceso de diseño.	74
<i>Figura 17:</i> Información de encuestas realizadas a estudiantes de Eafit y sus resultados.	76
<i>Figura 18:</i> Comparación dibujo tradicional vs. dibujo digital.	77

<i>Figura 19:</i> Modelo de investigación acción.	81
<i>Figura 20:</i> Tabla de las aplicaciones del dibujo para proceso de diseño.	83
<i>Figura 21:</i> Segmentación de los tipos de sketch y dibujos según el proceso de diseño.	84
<i>Figura 22:</i> Herramienta iD cards para el dibujo aplicado al proceso de diseño.	85
<i>Figura 23:</i> Herramienta iD cards modelo online para el dibujo aplicado al proceso de diseño.	85
<i>Figura 24:</i> Segmentación del dibujo aplicado al proceso de diseño como parte del modelo para el dibujo creativo en IDP	88
<i>Figura 25:</i> Ejemplos y propósitos del dibujo aplicado al proceso de diseño.	89
<i>Figura 26:</i> Modelo de enseñanza para el dibujo en IDP aplicado al proceso de diseño.	90
<i>Figura 27:</i> Ampliación de los conceptos del modelo aplicado al proceso de diseño.	91
<i>Figura 28:</i> Segmentación del modelo para el dibujo creativo en IDP tomado como un modo de pensamiento y un modo de expresión, propuesto por el autor.	92
<i>Figura 29:</i> El dibujo como medio de expresión y pensamiento aplicado al diseño.	94
<i>Figura 30:</i> Medios y herramientas utilizados para el dibujo análogo y digital.	95
<i>Figura 31:</i> Medios digitales en representación visual y gráfica para el diseño.	95
<i>Figura 32:</i> Segmentación de herramientas de creatividad usando el dibujo.	96
<i>Figura 33:</i> Sistema de búsqueda de información bibliográfica para la evaluación.	102
<i>Figura 34:</i> Distribución por asignaturas dedicadas al dibujo en IDP.	120
<i>Figura 35:</i> Matriz de hallazgos sobre los problemas del dibujo en la universidad Eafit.	121

<i>Figura 36:</i> Segmentación de hallazgos en los estudiantes.	122
<i>Figura 37:</i> Segmentación de hallazgos en los profesores.	123
<i>Figura 38:</i> Segmentación de hallazgos en el entorno.	124
<i>Figura 39:</i> Segmentación de hallazgos en la tecnología.	125
<i>Figura 40:</i> Segmentación de hallazgos en el método.	126
<i>Figura 41:</i> Aplicativo de calificación con las rúbricas diseñadas.	131
<i>Figura 42:</i> Análisis de una rúbrica holística.	134
<i>Figura 43:</i> Análisis de una rúbrica analítica.	135
<i>Figura 44:</i> Análisis de una rúbrica analítica y sus descriptores.	136
<i>Figura 45:</i> Análisis de una rúbrica holística y sus descriptores.	137
<i>Figura 46:</i> Nivel de aceptación del modelo evaluativo por rúbricas en los diferentes ciclos y grupos de control, dibujo PLF.	138
<i>Figura 47:</i> Nivel de aceptación y adopción del dibujo digital en los diferentes ciclos y grupos de control en la asignatura dibujo PLF.	142
<i>Figura 48:</i> Elementos del modelo de enseñanza para el dibujo en IDP.	144
<i>Figura 49:</i> Tipos de dibujos aplicados al proceso de diseño.	145
<i>Figura 50:</i> Etapas del proceso de diseño y el nivel de detalle.	146
<i>Figura 51:</i> Ejemplo de parte de rúbrica diseñada para la asignatura Dibujo PLF.	147

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1:</i> Rúbrica para evaluar la creatividad de un trabajo.	73
<i>Tabla 2:</i> Clasificación de los bocetos en procesos de diseño.	92
<i>Tabla 3:</i> Descriptores de una rúbrica holística.	121
<i>Tabla 4:</i> Ejemplo lista de control.	124
<i>Tabla 5:</i> Ejemplo lista de una rúbrica analítica.	126
<i>Tabla 6:</i> Ejemplo lista de una rúbrica holística gráfica	126
<i>Tabla 7:</i> Lista de rúbricas diseñadas.	144
<i>Tabla 8:</i> Análisis estadístico de las mejoras percibidas en las notas de los estudiantes.	147
<i>Tabla 9:</i> Análisis estadístico de las muestras y análisis realizados.	152
<i>Tabla 10:</i> Análisis estadístico de las muestras y análisis realizados.	153
<i>Tabla 11:</i> muestra de los descriptores analíticos.	155

ABREVIATURAS

PEI: Proyecto Educativo Institucional – Universidad EAFIT.

PEP: Proyecto Educativo del Programa – Ingeniería de Diseño de Producto.

PBT: Pen Based Technologies – Tecnologías de Lápiz Digital.

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación.

CAD: Computer Aided Design – Diseño Asistido por Computador.

CAM: Computer Aided Manufacturing – Manufactura Asistida por Computador.

CAE: Computer Aided Engineering – Ingeniería Asistida por Computador.

CAS: Computer Aided Styling – Estilo Asistido por Computador.

CAS: Computer Aided Sketch – Dibujo Asistido por Computador.

DPC: Dibujo para la Creación.

DPF: Dibujo para la Formalización.

IDP: Ingeniería de Diseño de Producto.

GLOSARIO

Aprendizaje: “el aprendizaje consiste en un cambio de la disposición o capacidad humana, con carácter de relativa permanencia y que no es atribuible simplemente al proceso de desarrollo” (Gagné R, 1985).

Boceto: el boceto se diferencia del dibujo por su grado de refinamiento. El dibujo suele ser más preciso y meditado, y es la consecuencia de un boceto inicial. El boceto hay que verlo como una herramienta para pensar, planificar y explorar, una actividad altamente creativa y dinámica (Henry, 2012).

Currículo: es un proyecto que preside las actividades educativas, precisa sus intenciones y proporciona guías de acción adecuadas y útiles para los profesores. (Coll, 1991).

Dibujo: es el proceso gráfico que permite representar figuras o formas en una superficie mediante el uso de un lápiz, lapicero, marcador o cualquier otro instrumento, por medio de puntos, líneas, tonos, texturas, etc, que ilustren una imagen (Wallschlaeger & Busic-Snyder, 1992).

Diseño: La palabra “diseño” proviene del italiano disegno o disegnare, que significa dibujo. El diseño de producto es el punto en el cual convergen la ingeniería y las prácticas y pensamientos del diseño. Ingeniería de diseño de producto es un programa donde se hace sinergia entre el diseño industrial y la ingeniería (De Vere, Melles, & Kapoor, 2010).

Evaluación formativa: Evaluación cuyo objeto es mejorar el desempeño y que generalmente se realiza durante la fase de implementación de un proyecto o programa. Nota: También pueden realizarse evaluaciones formativas por otras razones como la verificación del cumplimiento, por exigencias legales o como parte de una iniciativa de evaluación de mayor envergadura. Término conexo: evaluación de proceso.

Evaluación de Proceso: Es la evaluación que acompaña todo el desarrollo de un curso o programa. Incluye la apreciación de los avances y dificultades, los ajustes y las decisiones en la acción para la mejora de la calidad del trabajo. Implica el seguimiento activo de las actividades y el acompañamiento de los participantes, así como la retroalimentación personalizada a cada uno de ellos. La evaluación de proceso incluye los aportes de la autoevaluación de los participantes y el análisis reflexivo del equipo docente. Reconoce diversas denominaciones en la literatura, tales como: seguimiento del aprendizaje, acompañamiento y apoyo o monitoreo.

Evaluación de resultados: Valoración final de los logros de aprendizaje. Implica una apreciación final del trabajo realizado, considerando las características del contexto virtual y la estructura de apoyo, el perfil de entrada de los participantes y los productos de aprendizaje. Para la evaluación de los aprendizajes, puede realizarse en forma sumativa y acumulativa (ejemplo, elaboración progresiva de las actividades, de un proyecto o informe) o a través de procedimientos de examen o cuestionario final.

Herramientas analíticas: Métodos empleados para procesar e interpretar información durante una evaluación.

Modelo pedagógico constructivista: se enfoca en la construcción del conocimiento a través de actividades basadas en experiencias ricas en contexto. En el constructivismo el aprendizaje es activo, no pasivo. Una suposición básica es que las personas aprenden cuándo pueden controlar su aprendizaje y están al corriente del control que poseen. El conocimiento se construye a través de la experiencia. La experiencia conduce a la creación de esquemas. Los esquemas son modelos mentales que almacenamos en nuestras mentes. Estos esquemas van cambiando, agrandándose y volviéndose más sofisticados a través de dos procesos complementarios: la asimilación y el alojamiento (Piaget, 1933) (Requena, 2008).

Rúbrica: Instrumento que facilita la evaluación de desempeño de los estudiantes mediante una matriz de criterios específicos que permiten asignar a éste un valor, basándose en una escala de niveles de desempeño y en un listado de aspectos que evidencian el aprendizaje del estudiante sobre un tema particular (Díaz, F. Y Barriga, A. 2002).

RESUMEN

En educación, los procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación deben estar orientados a la formación integral de los estudiantes de modo que permitan desarrollar en los mismos conocimientos, hábitos, habilidades, capacidades y destrezas, que al integrarse les posibilite interpretar y actuar con una visión transformadora en el entorno en el cual despliegan su actividad profesional y su aporte a la sociedad. En el programa de Ingeniería de Diseño de Producto de la universidad EAFIT, la enseñanza y la aplicación del dibujo son dos de los componentes fundamentales de la formación y desempeñan un papel esencial en el propósito descrito anteriormente. Sin embargo, se ha detectado una falta generalizada de habilidades en el dibujo por parte de los estudiantes como medio de expresión, exploración y comunicación de los procesos de diseño del programa. Por tal razón, se decidió hacer una reflexión sobre los objetivos y alcances de los cursos de Dibujo; aprovechando la implementación de herramientas para el dibujo digital (Tabletas Wacom Cintiq), que ofrecen mayores posibilidades pero que por sí solas no mejoran las habilidades de los estudiantes. Para ello se propuso rediseñar el modelo pedagógico pasando de un curso basado en contenidos (Dibujo para la Creación), a uno basado en resolución de problemas o proyectos (Dibujo para la Formalización), que abarque temáticas y ejercicios acordes al quehacer de la profesión. Después de más de 3 años de investigación, se precisó que una mejora en el sistema de evaluación de los cursos era determinante para respaldar los cambios implementados, ya que los sistemas actuales dependían en gran medida de la apreciación subjetiva del docente y no consideraban la curva de aprendizaje del estudiante, enfocándose sólo en los resultados finales de los ejercicios. El presente estudio sintetiza los resultados de una investigación de tipo exploratorio llevada a cabo en el segundo curso de Dibujo del programa, orientada a la definición, la implementación y el seguimiento de una herramienta evaluativa que por medio de rúbricas permite determinar de manera más objetiva el nivel de habilidad adquirido por los estudiantes y su capacidad creativa al enfrentar situaciones que requieren aptitudes y conocimientos nuevos.

INTRODUCCIÓN.

La complejidad y los desafíos en la educación a que se enfrentan investigadores, docentes y profesionales de la ingeniería y el diseño en un mundo cada vez más cambiante exigen y generan reflexiones profundas y constantes sobre los elementos formativos de los estudiantes. Es el caso del desarrollo de habilidades en la representación gráfica y el dibujo. Los procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación en ingeniería de diseño de producto; deben estar orientados a la formación integral de los estudiantes con el fin de inculcar y desarrollar en los mismos; cierto tipo de conocimientos, hábitos, habilidades, capacidades, destrezas y valores, que al integrarse les permitan ser competentes y actuar con una visión transformadora en el entorno en el cual despliegan su actividad profesional y su aporte a la sociedad.

En el caso de la Ingeniería de Diseño de Producto, la enseñanza y el aprendizaje del dibujo y la representación visual o gráfica, es uno de los componentes claves de su formación y que desempeña un papel esencial en el propósito descrito anteriormente.

El proceso de enseñanza-aprendizaje exige constantemente una reflexión amplia y profunda en todos los aspectos didácticos que conforman una asignatura y en la interacción docente-estudiante deben ser tenidos en cuenta para preparar al ingeniero del futuro. El desarrollo de capacidades visuales, gráficas y espaciales son parte fundamental de la formación en ingeniería, requeridas para crear, diseñar y definir conceptos y productos que podrían mejorar la calidad de vida de las personas.

El ingeniero de hoy, que tiene al diseño como eje central de su proceso creativo y de innovación tecnológica debe estar preparado para dar soluciones o responder a necesidades inmediatas e igualmente para poder enfrentar los retos y las necesidades futuras. Es el caso del programa de Ingeniería de Diseño de Producto de la universidad EAFIT en Medellín; cuya finalidad es formar profesionales que sean capaces de desarrollar nuevos

productos de acuerdo con los requerimientos del mercado, los avances tecnológicos y las necesidades de los usuarios.

El trabajo que se presenta aborda el proceso de enseñanza-aprendizaje del Dibujo Creativo en el programa de Ingeniería de diseño de producto de la Universidad EAFIT, con un enfoque exclusivo en los procesos de evaluación y más concretamente para las asignaturas Dibujo para la creación y Dibujo para la Formalización, las cuales hacen parte del ciclo básico de la carrera en los semestres 1 y 2 respectivamente; y están orientadas a la formación y el desarrollo de habilidades gráficas dentro de una didáctica por proyectos basada en la solución de retos o problemas.

Así mismo, pero no menos importante, es necesario considerar también el creciente uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación y en gran medida para este caso su aplicación en el dibujo y la representación gráfica en el diseño y la ingeniería.

De acuerdo a un estudio preliminar realizado por estudiantes del programa de Ingeniería de diseño de producto (IDP) para su proyecto de grado: *INVESTIGACIÓN PARA CONOCER LAS DIFICULTADES PRESENTES EN EL APRENDIZAJE DEL DIBUJO Y SU APLICACIÓN EN LOS PROCESOS DE DISEÑO* (Ramírez-Pérez & Ramírez-Pérez, 2011); dentro de sus hallazgos principales se evidenciaron las dificultades que los estudiantes confrontan para interiorizar y aplicar el dibujo como parte de su actividad creativa y proyectual dentro de un proceso de diseño metódico y organizado; y para entenderlo como una estructura de pensamiento que permite, a través del mismo, no sólo representar sino también imaginar, explorar, analizar, desarrollar, detallar y sintetizar para lograr un resultado exitoso. Por tanto, las asignaturas que componen el área de representación gráfica del programa (Dibujo para la creación y Dibujo para la Formalización) representan una excelente oportunidad para hacer una reflexión crítica sobre su papel y para contribuir a la solución de estos problemas de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

1. CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES.

1.1 DIAGNÓSTICO INICIAL.

Inicialmente, en este apartado, se presentan los orígenes y la pertinencia del proyecto en su contexto de aplicación (Programa de ingeniería de Diseño de Producto de la universidad EAFIT), partiendo de la problemática inicial sobre las dificultades para desarrollar habilidades y destrezas para el dibujo por parte de los estudiantes del programa y de la enseñanza y evaluación del dibujo para el diseño en la universidad de acuerdo a sus principios misionales; para luego plantear el problema a investigar, los objetivos a alcanzar y los resultados que se buscan.

1.1.1 Origen del proyecto y trabajos preliminares.

Un estudio exploratorio preliminar realizado como trabajo de grado por estudiantes de Ingeniería de Diseño de Producto, bajo la asesoría del autor como coordinador del área de dibujo y expresión gráfica, así como la experiencia que los docentes del departamento de Ingeniería de Diseño de Producto han recogido durante 19 años de enseñanza en cursos de Proyecto, evidencian que los estudiantes del pregrado presentan serios problemas al integrar el dibujo como herramienta fundamental en los procesos de diseño (Ramírez-Pérez & Ramírez-Pérez, 2011). De acuerdo con estudios realizados anteriormente, parte de esto se debe a la poca importancia que se le da al dibujo y la representación gráfica como medio de expresión durante la educación primaria y secundaria del individuo; ya que en muchos casos; éste es considerado como una habilidad natural que posee la persona y no por la falta de un mejor método o una estrategia más efectiva como la que se propone abordar en este proyecto.

“El dibujo puede enseñarse a personas con poca habilidad, siempre y cuando se estimulan las zonas cerebrales que intervienen en la capacidad para dibujar, tal como lo expone

entre otros, la doctora Betty Edwards (1984) en su libro “Aprender a Dibujar con el Lado Derecho del Cerebro”.

Para enfrentar y tratar de revertir esta situación, a partir del año 2012 el departamento de ingeniería de diseño decidió enfrentar el problema y se dispuso a revisar los programas de las asignaturas de acuerdo con sus objetivos y, además, como una manera de fomentar el dibujo en las nuevas generaciones de estudiantes que ingresan al pregrado (la mayoría nativos digitales). Se decidió entonces poner en funcionamiento aulas equipadas con equipos y software de última generación, más específicamente, con tabletas de tecnología de lápices digitales (*Pen Based Technologies* o PBT) y software como *Photoshop*, *Illustrator* y *Sketchbook*. Con lo anterior, no solo se le daba un impulso al área (Diseño y Expresión Gráfica), sino que además el programa se puso a tono con las últimas tendencias para la enseñanza y aplicación del dibujo a nivel mundial mediadas por el uso de tecnologías de la información y la comunicación o TIC (Ver Anexo 2: Propuesta Proyecto Wacom – Investiga 2013).

Sin embargo, la implementación de estas tecnologías en la enseñanza del dibujo creativo dentro del pregrado ha planteado nuevos retos en la medida en que los diferentes modelos pedagógicos de las asignaturas son definidos y aplicados en aras de alcanzar un mayor nivel en las habilidades de los estudiantes. En este contexto, el uso de tecnologías *Pen Based* (PBT) y tabletas digitalizadoras, junto con el uso de diferentes softwares y aplicaciones para la práctica del dibujo y el *sketching*, ya sea en medio análogo (lápiz y papel) o digital, crea un nuevo escenario educativo que impulsa a la reflexión de los modelos tradicionales. La razón de lo anterior radica en principio en que la tecnología por sí misma no garantiza la obtención de mejores niveles de habilidades o destrezas en los estudiantes (principalmente en las primeras etapas del proceso proyectual en diseño), aunque esta promete un amplio nivel de posibilidades para la expresión creativa, de acuerdo con investigaciones adelantadas por autores como Powell (1999) y Albarracín y otros (2007). Estas tecnologías, sin embargo, permiten corregir errores y

hacer intervenciones sobre la superficie con alta calidad y en tiempo real, de manera superior a como lo hacen las técnicas análogas, con los consabidos gastos en materiales y tiempo.

Intentando enfrentar este reto y considerando que el programa de pregrado en Ingeniería de Diseño de producto en la Universidad EAFIT tiene dos asignaturas que pertenecen al primer año del ciclo básico, donde se fortalece la expresión gráfica; se decidió entonces comenzar a adaptar las aulas de dibujo con tablas digitalizadoras *Wacom Cintiq*, con el propósito de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y ayudar a fomentar la práctica y la utilización del dibujo en los estudiantes del programa. De todas maneras, a pesar de la modernización del espacio de aprendizaje (infraestructura física), era necesario buscar e implementar nuevas estrategias que permitieran no solo incluir estas nuevas tecnologías (infraestructura tecnológica), sino también implementar nuevos métodos para que el proceso de aprendizaje fuera más efectivo en aras de obtener mejores resultados.

Se procedió entonces a formar un grupo primario de trabajo, conformado por directivos del programa, docentes del área y estudiantes de maestría para enfrentar el reto. Se planteó por tanto un proyecto macro de investigación denominado: *Desarrollo de un modelo pedagógico para el área de dibujo y expresión gráfica empleando pen & touch technologies* (proyecto investiga universidad Eafit proyecto wacom 2013).

El grupo primario de trabajo se conformó con los siguientes investigadores: Prof. José Fernando Martínez, jefe de departamento; Prof. Nicolás Peñaloza Hoyos, jefe del programa, Prof. Juan Diego Ramos Betancur y Prof. Juan Alejandro García, actuando como Investigadores principales y asesores de los proyectos de maestría. Luego como coinvestigadores estaban los profesores: María Fernanda Suescún, Ana María Rincón y el autor del presente trabajo como profesor coordinador del área; estos últimos como estudiantes de maestría.

Así, como objetivo general, el proyecto macro de investigación pretendía desarrollar en principio un modelo pedagógico para el área de dibujo y expresión gráfica en el cual se intervengan los procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación, considerando el espacio físico y la infraestructura tecnológica asociada a la misma.

Además, y acorde a lo anterior, el proyecto también buscaba cambiar la noción del espacio de dibujo trascendiendo del aula de clase, donde el estudiante “recibe” un curso, al concepto de espacio para la creatividad, en donde se concibe y formaliza proyectos de diseño e innovación. Es, por tanto, una experiencia de formación con efectos multidisciplinares.

Durante la fase exploratoria de este proyecto se partió de las siguientes reflexiones: *¿Por qué el bajo nivel en las habilidades o destrezas de los estudiantes del programa con respecto al Dibujo y su aplicación en el proceso de diseño? ¿O son muy altas las expectativas del grupo docente, el cual es el evaluador de los resultados esperados en cada fase?*

Para llevar a cabo la tarea y partiendo de una base común, se resolvió conformar tres proyectos de investigación para formación en maestría; cada uno de ellos enfocado en la tríada: Enseñanza-Aprendizaje y Evaluación, y aplicados en los cursos descritos anteriormente. La investigación inicial adelantada por el grupo primario de trabajo se dividió en dos temas principales a tratar: las metodologías para la enseñanza del dibujo en los procesos de diseño y las Tecnologías *Pen Based /Pen & Touch* y su aplicación en entornos educativos. Una vez identificados los conceptos clave en ambos temas, se definieron cinco aspectos para analizar desde la reflexión inicial y como componentes del modelo macro: 1-El Profesor, 2-El Estudiante, 3-Las Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje, 4-El Currículo y 5-La Infraestructura Física y Tecnológica (*Ver Figura 1*).

Los métodos actuales no hace distinción en las **competencias de entrada** de los estudiantes

El método de enseñanza actual privilegia la **colectividad** y no permite casos particulares

No hay **transición** entre Dibujo para la Observación y Dibujo para la Ingeniería

Bajo rendimiento de estudiantes por alta **carga académica y desconexión** entre asignaturas

Herramientas de apoyo no son adecuadas para el aprendizaje

Modelo de Dibujo actual no está enfocado a **encaminar hacia la tecnología CAD**

Técnicas de aprendizaje no identifican las **competencias clave** de la asignatura



Figura 1: Componentes a considerar para el Proyecto Wacom Fuente: (Grupo primario, 2013).

En etapas iniciales de dicho proyecto se llevó a cabo un comité de expertos donde se realizó una lluvia de ideas, basada en el conocimiento y la experiencia de cada participante y con la reflexión como eje central, y para la búsqueda de información, se adoptó una matriz “Causa-Efecto” y mediante el cuestionamiento del Porqué-porqué, se buscó identificar las causas del problema provenientes desde los cinco aspectos descritos arriba y que pudieran provocar el bajo nivel del dibujo en los estudiantes (Ver Figura 2: Matriz Ishikawa para determinar el bajo nivel de destrezas en dibujo /Fuente: Grupo primario, 2013).



Figura 2: Matriz Ishikawa de nivel de destrezas en dibujo (Grupo primario, 2013).

Adicionalmente, se llevaron a cabo dos experimentos de diagnóstico para observar si el empleo de las tabletas con tecnología de lápiz digital mejoraba la representación gráfica y el dibujo con relación al formato tradicional, es decir, con lápiz y el papel. Los resultados obtenidos indicaron que para los estudiantes con conocimiento y habilidades medias de dibujo no se lograba una mejoría en el dibujo empleando las tabletas digitalizadoras Wacom. Sin embargo, el experimento permitió obtener hallazgos importantes como la conveniencia y rapidez que estas ofrecen para borrar y editar los trabajos y dibujos realizados, entre otros; lo que permite incentivar el empleo de esta tecnología. Los resultados del primero de los experimentos se consignaron en un artículo académico y en la exposición de este en el WIPTTE 2014¹ (Ver anexo 1: Paper Wippte 2014).

Una vez identificadas las posibles causas a través de entrevistas a profesores, monitores y encuestas a estudiantes, como también mediante el análisis de los procesos de diseño en la línea de proyectos del programa, se determinó enfocar los proyectos resultantes a partir de los procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación y se definieron las condiciones iniciales que se debían tener en cuenta para la configuración de los tres micro proyectos a desarrollar por parte de cada uno de los participantes.

Un primer proyecto enfocado en el proceso de enseñanza para el primer curso de Dibujo llamado *“Desarrollo de Herramientas para el trabajo en clase en el área de dibujo básico en ingeniería de diseño”*. Dicho proyecto busca apoyar la comprensión de los temas que se llevan a cabo en el aula agilizando las actividades de los profesores y monitores de la asignatura.

Un segundo proyecto enfocado en el proceso de aprendizaje, también para el primer curso de dibujo, llamado *“Desarrollo de herramientas de auto-aprendizaje (E-learning)”*

¹ Workshop on the Impact of Pen and Touch Technology on Education.

<http://wiptte.cse.tamu.edu/2014/schedule/>

ASSESSING DRAWING, USING PEN BASED TECHNOLOGY: A CASE OF STUDY AT EAFIT UNIVERSITY. 2014.

en el área de dibujo básico en Ingeniería de diseño". Este proyecto por su parte busca incentivar la práctica y apropiación del dibujo a partir de las actividades y los ejercicios fuera del aula desarrollando una herramienta de apoyo (*E-learning*) para el trabajo no presencial de los estudiantes de la asignatura, acorde con el enfoque en las nuevas tecnologías.

Por último, el desarrollo del presente proyecto se enmarca principalmente dentro del proceso evaluativo y de retroalimentación, pero a diferencia de los anteriores la presente tiene un enfoque más orientado en el segundo curso (Dibujo para la Formalización), el cual se basa en un modelo pedagógico con enfoque constructivista ya que plantea no solo el desarrollo de habilidades adquiridas previamente en el curso anterior, sino que además incluye ejercicios para la resolución de problemas o retos, propios de la actividad proyectual y que requieren además el desarrollo de un pensamiento visual y creativo en el estudiante.

Más allá de aquellas propuestas enfocadas al desarrollo de habilidades para aprender a dibujar (generalmente a través de la observación) propias del enfoque artístico o en las que se quiere verificar la aplicación de normas o técnicas específicas para la representación correcta del mismo, como es el caso del dibujo técnico en ingeniería, arquitectura u otras áreas afines del conocimiento; cabe destacar de acuerdo a la investigación inicial para el presente trabajo, existe poca literatura e investigaciones asociadas a la evaluación del dibujo enfocadas en el proceso proyectual y creativo en diseño; lo que se puede decir en consecuencia que es un tema que se está abordando recientemente en la educación superior.

1.1.2 Los principios misionales de la universidad y su propuesta educativa.

De acuerdo con el Plan Estratégico de Desarrollo actual de la Universidad EAFIT, esta tiene como misión:

Contribuir al progreso social, económico, científico y cultural del país, mediante el desarrollo de programas de pregrado y de posgrado –en un ambiente de pluralismo ideológico y de excelencia académica– para la formación de personas competentes internacionalmente; y con la realización de procesos de investigación científica y aplicada, en interacción permanente con los sectores empresarial, gubernamental y académico (PEI Universidad EAFIT, 2008, p. 45)

Igualmente, la Universidad EAFIT declara en su Proyecto Educativo Institucional (PEI) que todo el comportamiento institucional e individual de su comunidad se regirá por los siguientes valores: excelencia, tolerancia, responsabilidad, integridad y audacia. Todos ellos como prenda de garantía para el cumplimiento de la Misión y del logro de la Visión (Ver Anexo 3: PEI Universidad EAFIT).

Por su parte, el Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto tiene la misión de contribuir al progreso social, económico, tecnológico, científico y cultural del país mediante el desarrollo de programas de formación, investigación e interacción con la comunidad (extensión, capacitación, servicios de asesoría y consultoría) en los campos y las áreas afines a la ingeniería, el diseño, la creatividad y la innovación.

Para ello se han definido objetivos de primer nivel asociados a cada uno de los tres campos de acción definidos por el PEI y acorde al objetivo: “Experiencias formativas de alto nivel”. La realización del presente proyecto (Wacom, Investiga, 2013), se justifica porque:

- Aporta de manera directa y clara al cumplimiento de dicho objetivo y ayuda para el desarrollo de competencias profesionales que faciliten la generación de productos novedosos y de alto valor para el beneficio de personas, empresas y el entorno (social y ambiental). Todo ello enmarcado en el eje estratégico de la Universidad de “Preservar la excelencia académica” y desde la perspectiva de las tres funciones nucleares de la misma: docencia, investigación y proyección.

- Impacta en la formación de los ingenieros de diseño de la Universidad EAFIT para ayudar a dotarlos de competencias comunicativas y creativas, señaladas como fundamentales por la literatura científica y documentos de prospectiva sobre la profesión de Ingeniería como los informes del BID (banco Interamericano de Desarrollo)
- Desarrolla y formaliza las capacidades de investigación en educación del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto y de la Escuela de Ingeniería de la Universidad EAFIT.

Por su parte, el quehacer del ingeniero de diseño de producto, de acuerdo al Proyecto Educativo del Programa, puede enmarcarse dentro de tres líneas de actuación principales: una referida a la concepción y materialización de objetos –productos– propiamente dichas, otra referida a la gestión de los procesos de desarrollo requeridos para la obtención de los mismos y la tercera orientada hacia la generación y transferencia de conocimiento en los campos de estudio propios de la profesión (Ver Anexo 3: PEP – IDP).

Por tanto, como punto de partida para este proyecto y de acuerdo con el PEP, cabe destacar lo siguiente:

- El ingeniero de diseño de producto hace uso del diseño entendido como una forma de pensamiento (Simon, 1969; Cross, 2006 & Brown, 2008) y como parte natural del desarrollo de un nuevo producto o la mejora de uno ya existente.
- Utiliza el diseño como una actividad proyectual que permite determinar las propiedades formales, las relaciones funcionales y estructurales de productos, de modo que formen un todo coherente, desde el punto de vista tanto del productor como del usuario.
- Posee dominio de sistemas de comunicación oral, escrita, bidimensional y tridimensional para generar ideas de nuevos productos, con capacidad de expresar los rasgos formales del producto a través del dibujo a mano y de concretar los

aspectos funcionales y formales mediante el uso de herramientas computacionales de última generación.

Además, de acuerdo con el currículo del programa, las asignaturas impactadas con el presente trabajo se enmarcan en el área de diseño, en la cual se encuentran aquellas que permiten resolver un problema de diseño entendido desde una perspectiva comunicativa y relacional, dando solución creativa a problemas y situaciones de diseño e ingeniería por medio de la aplicación de herramientas, métodos y metódicas para alcanzar los objetivos de un proyecto específico.

De esta manera y partiendo de las asignaturas del área en mención (diseño), existe una coordinación dentro del departamento denominada como “Dibujo y Expresión Gráfica”, la cual tiene a su cargo las asignaturas relacionadas con el dibujo creativo a saber: Dibujo para la Creación (primer semestre), Dibujo para la Formalización (segundo semestre) y Presentación de Proyectos (séptimo semestre).

El primer curso, de acuerdo a su programa académico, está orientado a dotar a los estudiantes de unas destrezas manuales y visuales básicas, que harán parte de su lenguaje de comunicación en los procesos de análisis y diseño en ingeniería, por consiguiente, se encuentra en el primer semestre como parte de su formación fundamental para desarrollar sus habilidades prácticas en la acción de dibujar y representar el mundo que les rodea, de acuerdo a los principios básicos de la actividad (observar, entender y representar). Para ello la asignatura define los siguientes objetivos dentro de un enfoque por contenidos (Ver Anexo 4: Programa de la asignatura Dibujo para la Creación):

- Comprender las bases teóricas y desarrollar las habilidades básicas para la adecuada representación de objetos o artefactos.
- Estudiar los diferentes sistemas de representación bidimensional y tridimensional en el dibujo.

- Aprender a manejar con propiedad los conceptos para la construcción del dibujo con diferentes técnicas tanto a mano alzada como con instrumentos, ya sea con el dibujo tradicional o con el digital (tabletas digitalizadoras) a través de capacitaciones extra-clase (monitorías *Wacom*).

El segundo curso, por su parte, busca el desarrollo de las destrezas necesarias para la ideación, representación, explicación y visualización de nuevos productos, mediante un diseño del curso por objetivos; utilizando para ello diferentes técnicas y enfoques ya sea a través del dibujo tradicional o análogo (papel) o del digital (tabletas digitalizadoras), utilizando para ello el proceso de diseño como elemento fundamental para lograr sus objetivos de la siguiente manera (Ver Anexo 5: Programa de la asignatura Dibujo para la Formalización):

- La Exploración: a través del *sketch*, para explorar numerosas ideas que permitan llegar a unas propuestas finales de un proceso de diseño.
- La Comunicación y Explicación: busca entender el producto y como este se relaciona con el usuario y el contexto.
- La Persuasión: el desarrollo para un resultado final del producto y su visualización a través de diferentes técnicas persuasivas.

1.2. JUSTIFICACIÓN.

La relevancia del presente proyecto radica en la lógica de facilitar y dinamizar el aprendizaje del estudiante en las asignaturas de Dibujo Creativo en Ingeniería de diseño; con especial enfoque en el curso de Dibujo para la Formalización; mediante una estrategia evaluativa que evidencie las falencias de representación y retroalimente los procedimientos correctivos relacionados con el dibujar, definiendo para ello los instrumentos más acertados que permitan la apropiación de conocimientos y una aplicación satisfactoria de las temáticas del curso. De esta manera, se tendrá un curso con menores deficiencias comunicativas, técnicas y procedimentales, más integral en el que tanto el profesor como los estudiantes podrán avanzar en sus temáticas buscando lograr de forma perceptible un avance en la adquisición de habilidades y la evolución del aprendizaje de acuerdo con los objetivos del curso.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA ORIENTADORA.

En la actualidad, el dibujo como herramienta comunicativa ha sido la base inicial para la creación de grandes proyectos en diferentes áreas como la arquitectura, el diseño, la ingeniería, entre otras. La fase inicial dentro de un proceso de diseño metodológico se fundamenta en la generación de ideas que, comunicadas inicialmente como trazos sobre un papel o la pantalla, le brindan al ingeniero y diseñador la capacidad de expresar lo que tiene en mente y comunicarlo a los demás integrantes del proyecto.

Una de las características de los procesos de diseño en diferentes áreas del conocimiento, incluida la ingeniería, ha sido el uso del dibujo y la representación gráfica en las diferentes etapas de dicho proceso, así como en sus diferentes tipos y aplicaciones (Purcell & Gero, 1998 en el documento Drawings and the design process). De hecho, etimológicamente, la palabra “diseño” proviene del italiano disegno o disegnare, que significa dibujo.

Es por medio del dibujo que el ingeniero o diseñador exterioriza las imágenes mentales que se producen en su cerebro, bien sea para comunicarse o como una herramienta de reflexión que le permite “conversar” con las situaciones o problemas a los que se enfrenta en su ejercicio profesional (De Vere, Melles & Kapoor, 2010 en su artículo Product design engineering – a global education trend in multidisciplinary training for creative product design). O tal como aparece en los “Apuntes de ingeniería y diseño”, del Libro Azul:

“Por tanto, el ingeniero es aquella persona que mediante sus conocimientos y habilidades (haciendo uso de su “ingenio”), es capaz de dar respuesta a problemas mediante soluciones técnicas que sean concretas, factibles, viables y eficientes. Para ello necesita ser una persona creativa y a la vez metódica para llegar a los resultados esperados y para lograrlo a través de su formación adquiere y desarrolla una serie de conocimientos y habilidades propias de su profesión, que le permiten afrontar metodológicamente un proceso proyectual o de “diseño” que le ayudará al final de

éste, determinar la solución óptima a un problema planteado. Por ende, el ingeniero debe ser una persona además de creativa, también recursiva y de una habilidad mental suficiente que le permita visualizar dichos procesos y sus soluciones” (Correa, 2009, p. 35).

Sin embargo, debido a que generalmente estos se producen como intangibles o como soluciones ideales que no se sabe cómo deberían ser en la práctica, las diferentes técnicas de dibujo o representaciones gráficas pueden aplicarse como unas estructuras mentales de pensamiento que no solo permiten “mostrar” resultados, sino también analizar, sintetizar, concluir y proponer. De hecho, el autor Gary R. Bertoline, profesor de la universidad de Purdue, en su libro Dibujo en ingeniería y comunicación gráfica afirma:

“En la Ingeniería, el 92% del proceso creativo y de diseño se basa en las gráficas y el dibujo. El 8% restante se divide entre las matemáticas y la comunicación escrita y verbal. ¿Por qué?, porque el dibujo y la graficación constituyen el medio “primario” de comunicación en los procesos de diseño. El dibujo y la documentación, junto con el modelado de un proyecto, abarcan más del 50% del tiempo del ingeniero y son sólo actividades visuales y gráficas”. (Bertoline & Wiebe, 1999, p. 6)

No obstante, el aprendizaje de este representa un gran reto tanto para el estudiante como para el profesor, en la medida en que incluye complejos procesos cognitivos, además de la adquisición de diferentes técnicas y métodos de aplicación, que permiten formar profesionales competentes en la comunicación de ideas y que ayudan a buscar soluciones efectivas a los problemas de diseño. Así mismo, es fundamental para el desarrollo de habilidades de razonamiento espacial que son indispensables para la solución de problemas en ingeniería, diseño, matemáticas, entre otras (Olkun, 2003).

Igualmente, la existencia de diferentes estilos de enseñanza y aprendizaje en un mismo entorno pedagógico (Felder & Silverman, 1988) y el papel que desempeñan las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje hacen necesario que se revisen los modelos pedagógicos actuales empleados para enseñar el dibujo y la expresión gráfica relacionados con el quehacer creativo propio del diseño, y de esta manera, proponer nuevas alternativas que les permitan, en este caso a los ingenieros de diseño, adquirir habilidades que son nucleares en su proceso formativo integrándose con técnicas, materiales y tecnologías informáticas, que permitan un desarrollo en lo cognitivo, procedimental y actitudinal dentro y fuera de los cursos.

Como se mencionó con anterioridad, en un estudio previo, realizado como proyecto de grado en el año 2011 (Ramírez-Pérez & Ramírez-Pérez, 2011) y dirigido por el autor del presente trabajo, se detectaron varias dificultades generalizadas en el uso del dibujo por parte de los estudiantes de varios semestres del programa Ingeniería de Diseño de Producto de la universidad EAFIT y la aplicación del mismo en los cursos de Proyecto. A raíz de estas falencias, surgió la idea de desarrollar un macroproyecto que involucra el estudio y la redefinición de las siguientes variables: los factores que identifican falencias y optimizan la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación dentro de los cursos actuales de dibujo del programa, a saber, Dibujo para la Creación (semestre 1) y Dibujo para la Formalización (semestre 2).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el presente trabajo surge como el soporte al sistema de enseñanza-aprendizaje desde la perspectiva de la evaluación en el marco de las asignaturas Dibujo para la Creación y Dibujo para la Formalización (con mayor énfasis en esta última), en el cual, de acuerdo al programa de dicha asignatura, la idea es ir un paso más allá del aprender a dibujar y lo que se busca es desarrollar no solo conocimientos y técnicas de representación, sino también estructurar un modo de pensamiento que permita usar el dibujo como parte fundamental del proceso creativo y proyectual en el diseño de productos. Considerando lo anterior, este proyecto de

investigación asume como objetivo principal desarrollar un modelo para evaluar el dibujo como parte de un proceso de diseño, que permita verificar en los estudiantes el desarrollo de sus habilidades, la aplicación de conocimientos y potenciar su capacidad creativa para dar respuestas claras al mismo.

Por tanto, la pregunta de investigación que motiva el presente trabajo surge como una contribución a un proceso de mejoramiento en los cursos y se puede definir de la siguiente manera:

¿Cómo contribuir al mejoramiento de los resultados de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje del dibujo creativo en el contexto de Ingeniería de diseño de producto de la universidad EAFIT que incluya además el uso y la práctica de tecnologías de lápiz digital?

1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO Y ALCANCES.

1.4.1. Objetivo General.

Desarrollar un modelo evaluativo para los cursos de dibujo creativo en el programa de ingeniería de diseño de producto de la universidad EAFIT, centrado en el aprendizaje progresivo del estudiante y el desarrollo de sus habilidades y destrezas básicas. Mediante el diseño de una herramienta evaluativa que permita evidenciar sus falencias y progresos buscando mayor objetividad en la calificación de los trabajos.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- **Fundamentar** la pertinencia de un Modelo de Evaluación para contribuir a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de Dibujo Creativo con énfasis en el curso: Dibujo para la Formalización del programa de Ingeniería de diseño de Producto de la Universidad EAFIT.
- **Identificar** en la literatura consultada, buenas prácticas asociadas a la evaluación para el aprendizaje del dibujo creativo en ingeniería y diseño que incluyan además el empleo de tecnologías de lápiz digital "*Pen Based Technologies*" (PBT).
- **Diseñar** un modelo de evaluación a partir de la configuración de instrumentos adecuados que ayuden al proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de Dibujo, con énfasis en el segundo curso; orientado al desarrollo de habilidades y destrezas, la aplicación de conocimientos en los procesos proyectuales, y centrado en la formación del estudiante.
- **Implementar** el modelo desarrollado en los cursos de Dibujo para determinar la idoneidad y el impacto de este con el fin de monitorear, evaluar, realizar ajustes y hacer su implementación final, con posibilidad de extenderlo a otros cursos.

1.4.3. Alcances y Limitaciones.

El alcance de esta investigación es entregar:

- La Propuesta de un modelo de evaluación con los respectivos instrumentos y adecuado a los objetivos del curso seleccionado (Dibujo para la Formalización), dentro del programa Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT.
- Los resultados preliminares de la implementación del modelo en uno de los cursos (2016-2017) como caso de estudio, sus resultados, conclusiones Y recomendaciones.
- El Informe de la investigación realizada.

2. CAPÍTULO 2: GENERALIDADES (Etapa Exploratoria).

2.1. MARCO DE REFERENCIA.

Partiendo de los objetivos planteados, el marco de referencia presenta a continuación los fundamentos teóricos y los conceptos que permiten entender el proyecto y sus alcances, todos ellos necesarios para obtener información y experiencias que llevaron a la construcción del trabajo presentado en este informe.

Se consideraron: -El dibujo y sus procesos cognitivos, -El pensamiento visual, -La creatividad en el diseño, -El uso de las nuevas tecnologías (TIC) en la enseñanza y el aprendizaje del dibujo, y -Los procesos de evaluación para el aprendizaje.

2.1.1. La investigación en la educación.

De acuerdo con el autor Rafael Bisquerra Alzina, en su libro Metodología de la Investigación Educativa (2004), la investigación en este ámbito se define como: un conjunto sistemático de conocimientos tomados desde la metodología científica, aplicados a investigaciones empíricas sobre aspectos relativos a la educación; y ésta a su vez se referencia como parte de las ciencias sociales y de la educación, con un enfoque mayormente de modalidad experimental.

Sin embargo, para llevar a feliz término lo anterior, el investigador debe llevar a cabo procesos organizados y sistemáticos para conocer y explicar una realidad educativa que sirva ya sea para comprender los procesos educativos o para mejorar la misma educación (Bisquerra, 2004). Lo que se espera entonces de la investigación educativa es que brinde un conocimiento organizado basado en evidencias demostrables sobre fenómenos, que sirven como base para la toma de decisiones en la práctica docente o en las políticas educativas (Gage,1991).

Adicionalmente, es importante resaltar que la investigación educativa siempre se ha centrado en un amplio espectro de temas y que según (Forner,2000) se dividen en: Investigación en educación; investigación para la educación o investigar sobre educación, dependiendo del objeto y función del estudio. Tal y como lo expone dicho autor:

“La investigación sobre el alumnado responde a la necesidad de saber quiénes son, cómo aprenden, cuál es su entorno, cuáles son sus expectativas y cómo sus realidades afectan la enseñanza y el aprendizaje (...). La investigación sobre el currículo responde a la necesidad de conocer la adecuación y orden de los contenidos curriculares, su didáctica y su evaluación (...). La investigación sobre el profesorado se ocupa de saber cómo es éste, por qué actúa de una forma concreta... cómo se transforma y qué es capaz de hacerle cambiar” (Forner, 2000, p. 42).

De lo anterior se destacan, además, según Bisquerra (2004), tres tipos de investigaciones: a) investigaciones explicativas con orientación psicológica o pedagógica; b) investigaciones de carácter macro, para realizar diagnósticos de aspectos relevantes del sistema educativo; c) investigaciones sobre estudio de casos donde se estudian procesos de aprendizaje, modos de socialización o modos de actuación profesional en contextos particulares; como es el caso del presente trabajo.

Cuando se define un proyecto de investigación educativo, subyacen dos propósitos distintos y por consiguiente dos enfoques metodológicos distintos: el método científico y el método proyectual.

Un proyecto de investigación educativo busca generar conocimiento mientras que el proyecto de intervención educativo busca dar respuesta a un problema dado. En esta modalidad caben los planteamientos de talleres, programas, proyectos de gestión y otras alternativas que ayuden a mejorar las condiciones comunitarias o institucionales; como es el caso del presente proyecto.

2.1.2. Los procesos cognitivos y su relación con el dibujo.

El aprendizaje del dibujo en cualquiera de sus manifestaciones involucra múltiples y complejos procesos cognitivos, además de métodos y técnicas necesarias para implementar estrategias de aprendizaje que permitan formar personas competentes en la comunicación de ideas y para el caso en la solución de problemas de diseño. El dibujo es una poderosa herramienta para el desarrollo de la comunicación, la creatividad y el desarrollo de la inteligencia en muchos niveles.

¿Cómo se aprende a dibujar?

80% observar 20% dibujar



(Edwards, 1989)

1. **Observación** (Memoria - detalles)
2. Procesamiento de la información visual (**formas - volúmenes**)
3. Entendimiento **viso - espacial**
4. Asimilación de conceptos de **proporciones**
5. Compresión y aplicación de la **perspectiva**
6. Lógica de **luz y sombras**
7. Desarrollo de la **motricidad fina** para lograr líneas y trazos definidos y precisos
8. **La gestalt o la totalidad** que armonizan



Figura 3: Habilidades requeridas para aprender dibujar a según Edwards. Fuente: (Rincón, 2016).

2.1.3. Hemisferios cerebrales e inteligencias múltiples.

Los hemisferios izquierdo y derecho del cerebro, controla cada uno distintas funciones. Según escritos de John Hughlings Jackson neurólogo británico quien en 1878 se describió el hemisferio izquierdo como el centro de la facultad de expresión; y se encontró que un paciente con un tumor en el lado derecho del cerebro no reconocía objetos, lugares ni

personas. Se creía al inicio que el hemisferio derecho controlaba la capacidad espacial en su totalidad tan importante para tener la habilidad para dibujar, actualmente se considera que trabajan juntas en esa función:

“El hemisferio izquierdo es el encargado de la codificación de relaciones espaciales (p.ej., alto/bajo o derecha/izquierda), el hemisferio derecho es el encargado de la codificación de relaciones espaciales métricas (esto es distancias continuas) (Dahik, 2015).

La autora Betty Edwards en su obra: “Aprender a dibujar con el lado derecho del cerebro” (1989), menciona: Cada hemisferio se caracteriza por ejecutar funciones diferentes, al izquierdo se le conoce como el lado analítico y verbal, mientras que al derecho se le conoce como el visual e intuitivo. Por consiguiente, al hemisferio derecho es al que se le atribuye la capacidad del dibujo y la creatividad, a diferencia del izquierdo que se ocupa de la lectura y la escritura; funciones que son predominantes en el diario vivir de la mayoría de las personas.

Por su parte Gardner H. y su equipo de la Universidad de Harvard definió Las Inteligencias múltiples y la memoria y las dividió en ocho tipos; las cuales son:

- Lingüístico verbal.
- Lógico-matemática.
- Visoespacial, musical.
- Corpóreo- cinestésica.
- Intrapersonal.
- Interpersonal.
- Naturalista.

De acuerdo con Gardner, las inteligencias determinan la habilidad que tenemos para desarrollar cierta actividad. Es decir, la eficacia y eficiencia de una actividad y habilidad está sujeta al desarrollo de una determinada inteligencia:

“Creemos que la competencia cognitiva del hombre queda mejor descrita en términos de un conjunto de habilidades, talentos o capacidades mentales, que denominamos “inteligencias”. Todos los individuos normales poseen cada una de estas capacidades en un cierto grado; los individuos difieren en el grado de capacidad y en la naturaleza de la combinación de estas capacidades” (Gardner, 1998).

Desde que se presentó esta teoría psicólogos y científicos han trabajado para contribuir a consolidarla sobre todo al aplicarla en la educación; como también han surgido debates en torno a las inteligencias múltiples y su relación con las habilidades.

Es el caso de la **inteligencia pictórica**; la cual algunos científicos piensan que es una inteligencia individual o para otros es la consecuencia de la unión de varias inteligencias. (Antunes, 2006).

Por su parte, Gardner no habla de la inteligencia pictórica pero no duda que las competencias pictóricas y la consiguiente capacidad de reproducir o crear imágenes mediante trazos o colores sean inherentes al ser humano, y que se muestre particularmente alta en pocas personas, pero no afirma que esa posibilidad caracterice una inteligencia. En su obra *Mentes creativas*, Gardner analiza con detalle el talento de Picasso y le destaca como verdadero ejemplo característico de las inteligencias: espacial, cinestésica-corporal e interpersonal.

En el libro *“Mentes Creativas”* de Howard Gardner, este afirma que ni el pintor, ni el ilustrador ni siquiera el especialista en diseño por computador expresan la cualidad específica de la inteligencia pictórica, sino que exteriorizan una sensibilidad espacial para captar la composición que ilustran, la destreza cinestésica para ejecutar esa composición e incluso la capacidad de administrar la percepción interpersonal sobre cómo otras personas pueden valorar los trazos o la pintura que presentan (Gardner, 1995).

El autor sugiere, que este contraste de ideas tendría que ser resuelto en futuras investigaciones; y que, de momento, lo relevante es tratar de identificar los patrones de

dicho funcionamiento y que, en consecuencia, podríamos reconocer a la inteligencia espacial como la más importante en el proceso perceptivo visual para la elaboración de dibujos. Igualmente, de acuerdo al autor:

“la inteligencia espacial es la capacidad para formarse un modelo mental de un mundo espacial y para maniobrar y operar usando este modelo” (Gardner, 1998).

Por tanto, de acuerdo a Gardner, esta inteligencia se relaciona con la capacidad para distinguir formas, calcular espacios, resolver problemas estratégicos con la anticipación de visualización y cálculo de acontecimientos como el juego de ajedrez, detectar detalles, escenas complejas o simples.

Para este proyecto por su parte, lo que se requiere es analizar las habilidades de los estudiantes para incrementar sus capacidades de comunicar información a partir del dibujo y el sketching; y por ello es necesario profundizar en aspectos que permitan valorar y mejorar dicha habilidad.

Así mismo, otro patrón importante que se relaciona con una determinada inteligencia es la memoria. Al respecto, Gardner afirma:

“Me muestro escéptico frente a los que afirman que la memoria opera de forma ciega respecto al contenido. Existen considerables indicios neuropsicológicos que permiten separar la memoria lingüística de la memoria espacial, facial, corporal o musical”.

Se puede afirmar que la capacidad de la memoria está relacionada con una determinada inteligencia, la memoria visual es el eje principal de las inteligencias involucradas en el dibujo artístico y creativo; y de esta manera, es indispensable que los estudiantes la estimulen y pongan en práctica para estimular la capacidad de dibujar. (Dahik, 2015).

Este último afirma que las capacidades de representación que se deben desarrollar para dibujar mejor van de lo simple a lo complejo. Es decir, estas inician desde el punto como unidad más simple, pasando por la línea, el plano y por último hasta configurar formas y volúmenes complejos.

Y continúa diciendo que a pesar de que la representación gráfica de un cuerpo u objeto es la finalidad misma del dibujo; su fidelidad depende de otros elementos no menos importantes como son el manejo de la proporción y el detalle de los trazos.

Se define la proporción como la relación de distancias encontradas en las dimensiones: alto, ancho y profundidad o largo. En otras palabras, la relación de medidas de todas las superficies de un cuerpo. Si esta relación de medidas es fiel al objeto real, entonces, existe un nivel icónico alto de representación con el objeto real representado a través del dibujo.

Por su parte el nivel de detalle en el dibujo, de acuerdo a este último autor, está fundamentado por cualidades y aspectos que debe tener la forma representada, en este caso: los detalles, la luz, textura, brillo, reflejo, sombra y la perspectiva de su forma; constituyéndose como características indispensables para añadir un nivel superior de representación del dibujo con el objeto real (Dahik, 2015).

Por otro lado, dicho autor habla también de lo que él llama: Las Capacidades perceptivas básicas involucradas en la estructuración de un dibujo y que se deben desarrollar, enumerándolas como: Percepción de bordes, percepción de luz, sombra y volumen, percepción de la perspectiva, percepción de escala y percepción de la forma.

La percepción de bordes depende de las distintas longitudes de ondas del espectro visual interpretadas por nuestro cerebro, que las comprendemos como tonos de color o distintos niveles de luz. La distinción entre mayor y menor cantidad de luz nos permite reconocer contornos de objetos gracias a las superficies observadas.

La percepción de la luz, sombra y volumen es importante para representar dibujos con volumen y espacio donde estos posan. Donde hay luz, hay sombra y volumen en cuerpos sólidos. Por su parte la percepción de perspectiva la cual es relativa a las distancias y profundidad del objeto observado es una de las más, sino la más importante. De esta manera y desde los inicios de aplicación de la misma por el pintor Alberto Durero (1471-1528), se han perfeccionado desde la edad media, técnicas de perspectiva para estructurar

una forma y espacio tridimensional. Sin ella se presentaría una distorsión sin fundamento. Todo dibujante debe comprender los procesos para elaborar figuras y entornos fundamentados en la perspectiva (Dahik, 2015).

Desde el punto de vista teórico y artístico, existen tres clases de perspectiva: La primera trata de las razones de la aparente disminución de los objetos, es decir, cuando se alejan del ojo y es conocida como perspectiva de la disminución o perspectiva lineal. La segunda trata de la forma en que varían los colores al alejarse del ojo o perspectiva de color y la tercera y última explica cómo aparecen los objetos de forma menos precisa cuanto más lejos se encuentren o perspectiva de desaparición.

Por su parte, La percepción de la escala, comprendida como la relación matemática que existe entre las dimensiones reales del objeto y su representación en un soporte (en este caso el formato de papel o tableta), según sea el tamaño de éste. Los diferentes tamaños de los objetos son significativos para comprender el nivel de cercanía o alejamiento de los objetos según nuestro nivel visual. El concepto de escala, por consiguiente, se encuentra estrechamente relacionado con la perspectiva.

Por último, la percepción de la forma se estructura gracias la interpretación que hace nuestro cerebro cuando llega información visual captada por nuestros ojos acerca el mundo exterior que nos rodea. En la información visual, la forma debe ser reconocible desde su estructura (por su silueta, esqueleto, contorno o volumen), de manera que el espectador o dibujante pueda identificarla asociándose con sus modelos o patrones mentales y dándole un nombre (vaso, casa, círculo, agujero, etc.). De otro modo, se percibirá como textura, superficie o espacio, pero no como forma. La forma, pues, tiene límites (Guasch, 2003) Guasch (2006) Guasch (2005). (Dahik, 2015).

2.1.4. Bloqueos para dibujar.

Según Pérez y Pérez (2011), la sensación de bloqueo para dibujar se produce en muchos estudiantes ante el papel en blanco. Muchas veces el bloqueo se corrige reproduciendo lo que ya se sabe con base en recuerdos memorizados. Es necesario entender el lenguaje y la gramática visual, para ayudar a convertir las imágenes en experiencias visuales reflexionando sobre lo que ven. Este proceso nace de la experiencia, a mayor cantidad de ejercicios existirán más posibilidades de enriquecer y generar un proceso creativo más potente visualmente. Muchos bloqueos creativos y para el dibujo se producen porque el alumno cree que tiene que pensar, razonar, reflexionar, en lugar de tener una actitud lúdica y de diálogo con sus experiencias o con las de los demás. La experiencia visual no es el cúmulo de imágenes que llega a la retina, sino que es necesario convertirla en experiencia, trabajando o reflexionando sobre ella. Sin embargo, la acción de dibujar implica un proceso de práctica continua para lograr resultados satisfactorios (Edwards, 1989).

Por tanto, el desarrollo de las habilidades y destrezas para el dibujo; dependen en gran medida de la práctica de este a través del tiempo; tal y como lo muestran las siguientes figuras:

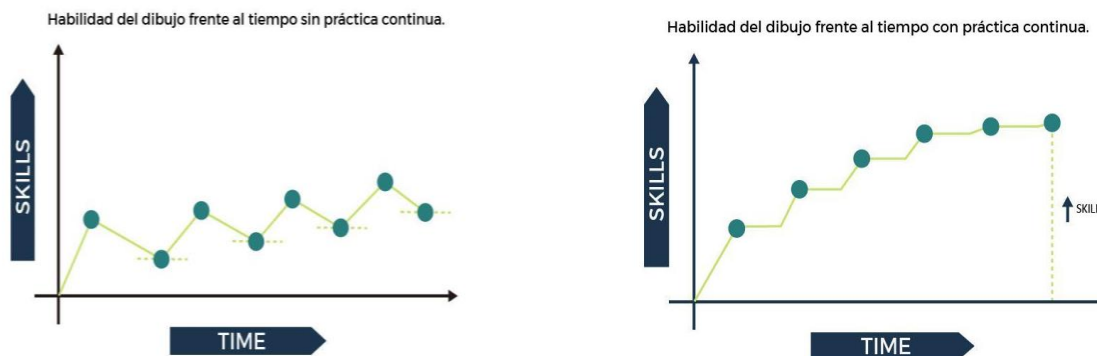


Figura 4: Habilidad del dibujo frente al tiempo sin y con práctica (Sierra, 2019).

Cuando no hay una práctica continua, la evolución de la habilidad denota un gradiente muy bajo, en contraste con una persona que tiene una continuidad en la práctica del dibujo mayor, como se observa en la siguiente figura:

Figura 5: Habilidad del dibujo frente al tiempo con práctica (Sierra, 2019).

A partir del sentido de la vista, las personas descubren, organizan y reconstruyen la realidad. Es así como los estímulos, es decir, las formas, los colores, las texturas, entre otros, son elementos que ayudan a reconstruir la percepción del entorno de la persona. El proceso de percepción se puede describir, a partir de la información anteriormente expuesta, como el proceso en que se seleccionan los estímulos del entorno por medio de los sentidos; luego se organizan por medio de las leyes de organización perceptual de acuerdo con la psicología de la Gestalt para luego realizar una interpretación de los mismos, es decir que a los estímulos se les otorga de alguna manera un significado.

La agudeza visual o capacidad de observación es vital para que exista una correcta lectura de los estímulos circundantes, de forma contraria, una mala lectura de los estímulos conlleva a un desentendimiento, a una incomprensión del mundo real, por tanto, un ingeniero o diseñador que carezca de un buen desarrollo de la percepción visual no estará en condiciones óptimas para dar soluciones de diseño desde el punto de vista estético y funcional, por mencionar los más importantes.

Por otro lado, las leyes de la organización perceptual son mecanismos mentales que permiten la síntesis de los estímulos del entorno, estos mecanismos (de acuerdo a los estudios de la Gestalt en la década de 1910), además de ser innatos en el ser humano, se pueden ejercitar por medio de ejercicios de observación. Una buena habilidad para dibujar es la evidencia de un entrenamiento mental para el fácil entendimiento de las formas y el espacio. Se debe entender entonces que el primer paso para aprender a dibujar requiere en principio de una educación visual y un entendimiento de la tridimensionalidad del espacio (Koos and Eissen, 2014).

Como ya se mencionó con anterioridad, a partir del sentido de la vista se descubre, organiza y reconstruye la realidad. Los estímulos (las formas, los detalles, los colores, las texturas, entre otros) son elementos que ayudan a reconstruir la percepción del entorno de la persona. La agudeza visual o capacidad de observación es vital para que exista una correcta

lectura de los estímulos circundantes; igualmente para el caso de estudio, un ingeniero que carezca de un buen desarrollo de la percepción visual tendrá dificultades para dar soluciones adecuadas a los retos de diseño planteados.

En el proceso mental del dibujar para diseñar existe una labor implícita que implica un alto grado de imaginación, de ahí igualmente la importancia de un desarrollo de la creatividad; este mismo proceso permite desarrollar un pensamiento lógico y crítico que ayuda y facilita la solución de problemas convencionales de forma atípica. Tal y como lo describe la autora Betty Edwards (1989) en su libro *Dibujando con el lado derecho del cerebro*:

“[...] una persona creativa ve intuitivamente las posibilidades para convertir una información corriente en una nueva creación” (Edwards, 1989).

Por tanto, una buena habilidad para dibujar es la evidencia de un entrenamiento mental para el fácil entendimiento de las formas y el espacio. Diversos autores representativos en el área de la enseñanza del dibujo como Betty Edwards y Andrew Loomis coinciden en la idea de empezar primero con una educación del ojo, es decir, de una educación visual a partir de la observación, como un inicio en el entrenamiento de las áreas del dibujo y la representación gráfica. Edwards (1989) en su obra resalta que:

“...aprender a dibujar es algo más que aprender la habilidad en sí misma” y dice que además se requiere un aprendizaje en la “forma de procesar información visual de una manera especial como lo hacen los artistas”.

Dicha forma de procesar la información visual implica usar el cerebro de manera diferente a como se usa normalmente, es decir, el cerebro humano se compone de dos hemisferios, el izquierdo y el derecho. El hemisferio derecho es al que se le atribuye la capacidad del dibujo y la creatividad, a diferencia del izquierdo que se ocupa de la lectura y la escritura; es por ello por lo que muchas personas encuentran difícil e infructuosa la actividad de dibujar, o sea, por la simple incapacidad de hacer la transición de uso entre el hemisferio izquierdo al derecho. Nuevamente citando a (Edwards, 1989):

“El misterio mágico de la habilidad de dibujar parece estar en la capacidad de cambiar el estado del cerebro a un modo diferente de ver, percibir”.

Lo anterior quiere decir que las personas que no poseen un talento innato pueden lograr el aprendizaje de alguna actividad específica recurriendo al entrenamiento o a la repetición de esta, y podría ser más efectivo, siempre y cuando sea de forma novedosa, excitante y placentera. Ahora bien, de acuerdo al autor citado anteriormente, hay que tener en cuenta que la persona que se considera que tiene talento innato también requiere de entrenamiento y repetición, solo que lo necesita en menor cantidad porque aprende y mejora con mayor velocidad.

Toda destreza o habilidad se desarrolla y perfecciona a través de la práctica, ya que es la única forma de lograr interiorizar y aprender una técnica. Para el caso del dibujo gran parte de ello se logra mediante la aplicación de aspectos importantes como la observación, el autoaprendizaje y la atención al detalle.

Con la observación se logra entender el mundo que nos rodea, ya que es una fuente inagotable de ideas y analogías para representar lo que estamos dibujando; lo que posteriormente nos ayudará a resolver de manera creativa los problemas a los que se enfrenta el ingeniero (Pérez y Pérez, 2011).



Figura 5: Intención del dibujo según Edwards (Rincón 2016).

2.2. La enseñanza del Dibujo en Ingeniería y Diseño.

Tanto en la Ingeniería como el diseño, la creación de productos requiere de un proceso metodológico que involucra la organización secuencial de diferentes etapas tanto analíticas como creativas indispensables para resolver una necesidad o un problema planteado (Gero, 1998). Es decir que la estructura de pensamiento consta esencialmente de un proceso de análisis, procesamiento y por último de síntesis; transcurridos igualmente en etapas de divergencia y convergencia para llegar a un resultado esperado. Durante ese proceso, el ingeniero tiene que pensar en muchas de las posibilidades, los detalles y las características de un objeto que no se pueden comunicar con descripciones verbales, porque estas ideas aparecen en la mente del ingeniero mediante un proceso visual, no verbal. Estas imágenes visuales pueden revisarse y modificarse para probar soluciones diferentes antes de llegar a los dibujos técnicos y los modelos de ingeniería. El dibujo por tanto se utiliza para documentar y comunicar todo el proceso de diseño.

Como lo mencionaba el Profesor Josef Albers, en sus cursos de la Bauhaus:

“Diseñar es planificar y organizar, ordenar, relacionar y controlar, en resumen, abarca todos los medios y, por lo tanto, satisface una necesidad humana ayudando al pensar y el hacer” (Albers, 1928).

Mediante el proceso de dibujo hay un trabajo mental que implica un alto grado de imaginación, de ahí la importancia de un desarrollo de la creatividad. Este mismo proceso permite desarrollar un pensamiento más lógico y crítico que facilita la solución de problemas convencionales de forma atípica.

De acuerdo al autor Prof. John S. Gero de la Universidad de North Carolina, en su artículo *Sketching as mental imagery processing* (1998), existen diferentes tipos de dibujos durante el proceso de diseño, enfocados a diferentes objetivos y propósitos:

“Una característica del proceso proyectual en todas las áreas del diseño es el uso de un gran número de diferentes tipos de dibujos. Los diferentes tipos de dibujos están asociados con las diferentes etapas del proceso como por ejemplo aquellos usados como bocetos ambiguos y sin estructura que ocurren en las etapas tempranas de dicho proceso. Los diseñadores enfatizan el uso del sketch a menudo, como parte de un pensamiento asociado con la innovación y la creatividad” (Gero, et al., 1998).

Por su parte en el libro *Design Sketching* (Oloffson & Sjöln, 2005), los autores clasifican los tipos de dibujo usados durante el proceso proyectual de la siguiente manera:

- Dibujos de ideación (*Ideation sketches*).
- Dibujos de exploración (*Explorative sketches*).
- Dibujos explicativos (*Explanatory sketches*).
- Dibujos persuasivos (*Persuasive sketches*).

De acuerdo a lo anterior, los autores definen los dos primeros (*Ideation - Explorative sketches*) como dibujos enfocados principalmente en las etapas de análisis y divergencia al inicio del proceso, trabajados en forma de bocetos o *sketches* rápidos, donde lo importante es expresar ideas y conceptos de forma rápida y no necesariamente figurativa, mediante formas, colores y demás intangibles, o para definir, en muchos casos, diversas características del producto difíciles de percibir a simple vista, o que mediante la inspiración personal o referentes proyectuales buscan representar conceptos o atributos dados al posible producto; tales como, agilidad, simpleza, sofisticación, fortaleza, lujo, etc.

Los segundos igualmente (*Explorative Sketches*) son dibujos que más que explorar conceptos lo que buscan es transmitir posibilidades sobre diversas características formales o funcionales acordes con la naturaleza de los proyectos. Este tipo de bocetos normalmente se ejecutan en gran cantidad para analizar las posibilidades y alternativas de diseño, por parte del ingeniero o el equipo de diseño.

Por su parte en el “Libro Azul” de ingeniería de diseño (Correa, 2009); el autor del presente trabajo expone lo siguiente:

“Cuando se procesa la información obtenida durante la primera etapa (Ideación), y con el fin de lograr una representación más depurada que permita explicar y dar información de detalles constructivos, tales como ensambles, estructuras, relaciones entre diferentes componentes, tipos de arquitecturas etc., se utilizan los terceros o “dibujos explicativos”, cuya finalidad consiste en dar a entender al observador el funcionamiento del producto de una manera imparcial y que permita evaluar ciertos detalles de diseño e ingeniería antes de su aprobación. Para comunicar con más precisión, usualmente estos dibujos van acompañados de diversas ayudas gráficas como flechas, globos, lupas o ampliaciones y también, tal y como su nombre lo indica, de cortos textos explicativos.

Igualmente, y dentro de este mismo grupo de dibujos, podemos citar las secuencias operativas o de uso que muestran de manera secuencial cada uno de los pasos que se deben seguir para hacer un uso adecuado del posible producto, su relación con el usuario, el manejo de sus funciones indicativas, entre otras.

Dentro de una etapa de síntesis del proceso (convergencia) es cuando se definen las ideas y se representan o visualizan las propuestas proyectuales de forma que comuniquen cabalmente las características del producto terminado, dándoles color y expresión; para ello se utilizan entonces los últimos, llamados “renders” o “dibujos persuasivos”, con los cuales no sólo se evidencia la intención comunicativa del producto mediante su formalización sino también los posibles materiales, texturas y acabados del proyecto. Estos últimos por lo tanto deben ser comprensibles para casi cualquier persona, sin importar su formación ni su relación con el medio” (Correa, 2009).

Sin embargo, es de resaltar que uno de las investigaciones o trabajos más profundos sobre el tema, sino el que más, fue adelantado por el Prof. Eugin Pei de la universidad de Lorborough en el Reino Unido quien en su trabajo doctoral “*A taxonomic classification of visual design representation*” (Pei, 2009), decidió recopilar todos los tipos de representación

visual tanto gráficos (Dibujos) como Físicos (Modelo/Prototipos) usados en los procesos proyectuales tanto en Ingeniería como en diseño citando diversos autores, quienes ya habían adelantado investigaciones en este campo. De acuerdo a este autor, su investigación dio como resultado un total de 20 tipos de representaciones a nivel de dibujos; (Ver figura).

Taxonomía de las representaciones de diseño visual.

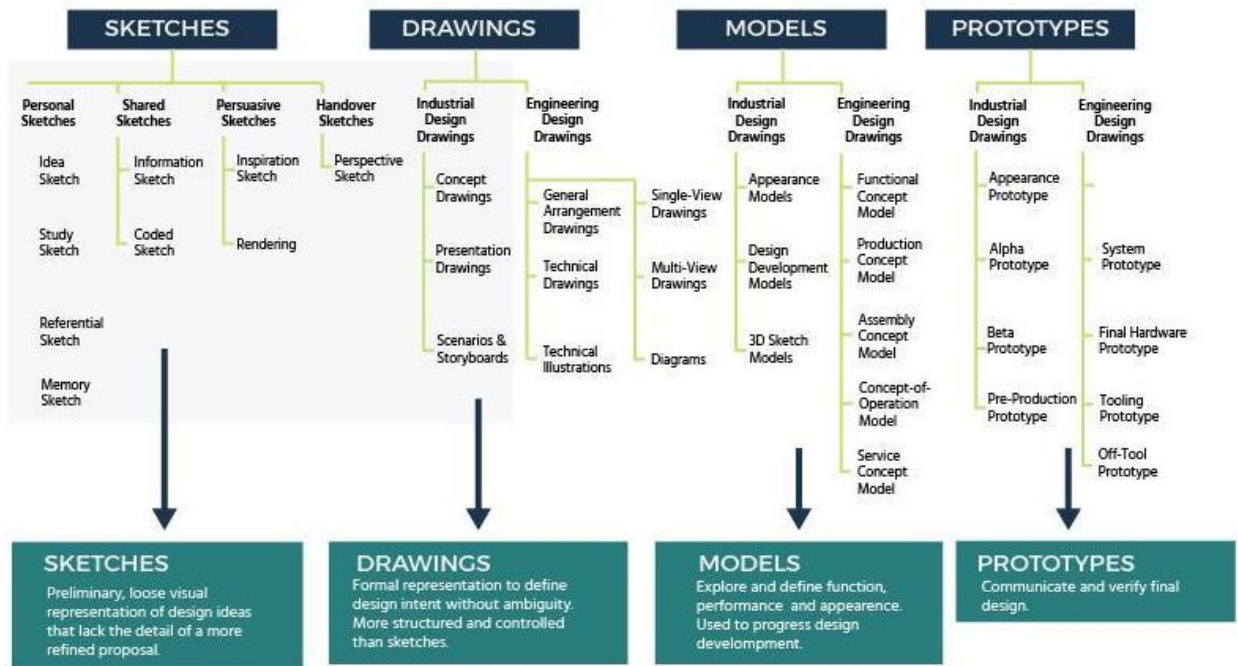


Figura 7: taxonomía de las representaciones de diseño visual versión del autor según Eugin Pei² (Sierra, 2019).

El autor clasifica estos últimos en dos categorías principales: Sketches o Bocetos y Dibujos, incluidos en este último, los que tradicionalmente se consideran más del área de la ingeniería como el Dibujo técnico o la modelación CAD. Igualmente, en dicha clasificación se expone la relación de las mismas con respecto a cada una de las etapas del proceso de diseño; tal y como se muestra en la figura de abajo:

² Fuente: <http://www.eujinpei.com/colab/background.htm>

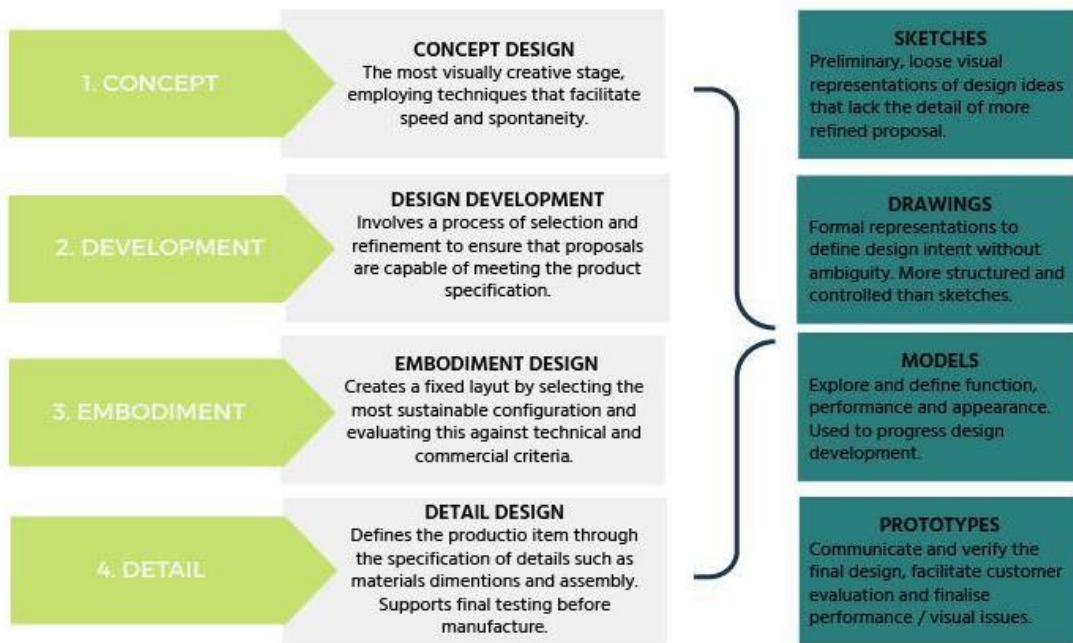


Figura 8: Categorización de los tipos de dibujo según las etapas del proceso de diseño (versión del autor según Eugin Pei (Sierra, 2019).

Uno de los aportes importantes del trabajo de este autor a nivel pedagógico, es el desarrollo de unas tarjetas para explicar los tipos de representaciones visuales (ID Cards); así como una plataforma online llamada **CoLab**, donde se pueden encontrar los resultados de su investigación, y está abierta a recibir colaboración externa, compartir experiencias y ayudar a investigaciones futuras.

Más adelante se profundizará sobre esta última para explicar cómo se plantea el modelo para el Dibujo Creativo en Ingeniería de Diseño; así como su sistema de evaluación.

En conclusión, como se puede apreciar, todos estos tipos de dibujos atienden las fases del proceso de diseño desde la clarificación del problema hasta la presentación de la solución final. Esta es una evidencia de la importancia del dibujo creativo ya que abarca todo el proceso completo. El dibujo es válido siempre y cuando pueda comunicar ya sea objetiva o subjetivamente las formas, los detalles y las características intrínsecas del proyecto acorde

con cada una de sus fases de desarrollo hasta llegar a su materialización, y dentro de los diferentes tipos de dibujos, el grado de precisión o fidelidad depende de la búsqueda personal del diseñador y de la información requerida en cada una de dichas etapas.

Por consiguiente, quien no domina el dibujo y la expresión gráfica en una dimensión más amplia tendrá dificultades para profundizar en lo bidimensional y tridimensional y será menos efectivo en el proceso de diseño orientado a la innovación, por ende, el proceso de conceptualización de un producto se verá dramáticamente truncado, tal como lo enfatiza el autor Dick Powell (1993) en su libro *“Técnicas de presentación”*:

“El diseñador que no sepa dibujar será obviamente mucho menos creativo que aquel que sí; y sin esta destreza, muchos diseñadores se verán forzados a diseñar sólo lo que son capaces de dibujar, en vez de dibujar todo aquello que pueden imaginar”.

2.2. El pensamiento visual y el dibujo.

De acuerdo al profesor Robert McKim (1972) en su libro *“Experiencias de Pensamiento Visual”*; fue él quien sentó las bases de lo que después desarrollaría Rudolf Arnheim (2006) como el pensamiento visual.

De acuerdo a estos autores; el pensamiento visual es un proceso consistente en plasmar ideas a través de dibujos o gráficos, relacionados elementos entre sí. Con ello se obtiene una comprensión más sencilla de lo que se intenta transmitir ayudando con ello a identificar problemas, descubrir soluciones y encontrar nuevas posibilidades. La Escuela de la Gestalt investigó ampliamente sobre nuestro modo de percibir las imágenes y su importancia en los procesos de pensamiento esenciales para su aplicación práctica en el diseño, el arte o la publicidad.

Por otro lado, según el científico Francisco J. Rubia de la universidad de Madrid, somos seres visuales, nuestra memoria está basada principalmente en imágenes mentales, es

decir, en modelos internos que comparamos con la realidad que nos rodea; nuestra construcción del mundo es eminentemente visual. Más del 80% de las sensaciones las procesamos a través de la vista. Todo lo que experimentamos se procesa en patrones de actividad neuronal que conforman nuestra vida mental y no tenemos ninguna conexión directa con la realidad exterior. Experimentamos una realidad que podríamos llamar virtual: *“Los colores, los sonidos, los gustos y los olores no existen ahí afuera, sino que son atribuciones de nuestra mente” (Gardner, 1998).*

Según el autor, nuestros ojos solo actúan como captadores y es el cerebro quien procesa información con base en lo aprendido, completando de esta manera los elementos que faltan para dar sentido a lo captado, es decir, creamos la realidad que vemos y es en nuestro interior donde construimos el mundo exterior.

Los procesos creativos y de asociación de formas, suelen ir acompañados de un ejercicio de representación por medio de imágenes mentales por la que se ejercita la capacidad simbólica, de creación de signos y lenguajes, que se remontan a nuestros orígenes, en donde magia, religión y arte formaban una unidad que complementa al conocimiento científico. Estas formas de pensamiento se encuentran en el hemisferio derecho, donde se procesa la información no verbal; es aquí donde se activan las imágenes y la información espacial, mientras que el pensamiento lógico, racional, deductivo, convergente y vertical se activa en el hemisferio izquierdo del cerebro.

El pensamiento visual también permite evocar recuerdos que se tienen y que asociados a imágenes ayudan a organizar los pensamientos con base en esquemas o mapas conceptuales, logrando abarcar con una sola imagen las distintas ideas y relacionarlas. Igualmente facilita la comunicación, ya que los dos hemisferios cerebrales están activos cuando se dibuja y al utilizar imágenes, dibujos o esquemas, se superan los límites de expresión o comprensión que impone el lenguaje verbal; esto debido a que los significantes del dibujo son básicamente universales. El pensamiento visual ayuda al desarrollo de la

retentiva y la claridad de los recuerdos, permitiendo la concentración y focalización de lo recordado; siendo estas experiencias fáciles de entender y repetir.

Por otro lado, autores como Mike Rhode en su libro *“The Sketchbook Handbook”* (Rhode, 2013), demuestra las posibilidades de aplicación del pensamiento visual a través del uso y aplicación del dibujo, mediante el cual se desarrollan habilidades importantes tanto en dibujo como en diseño y potencian la visualización del proceso; así como la manera de presentar la información y los resultados.

2.4. La creatividad y el proceso creativo.

La creatividad ha existido desde siempre ya que es una habilidad inherente del ser humano y, por consiguiente, está vinculada a su propia naturaleza; es el motor del desarrollo personal y ha sido la base de todo progreso y de toda cultura. El proceso creativo es una de las potencialidades más complejas, ya que implica habilidades del pensamiento que permiten integrar desde procesos cognitivos poco complicados hasta los conocidos como superiores de acuerdo a Bloom y su pirámide Taxonómica de habilidades cognitivas (Bloom, 2001); definidas como analizar, evaluar y crear; necesarias para el logro de una idea o pensamiento nuevo (Esquivias-Serrano, 2004), por tanto, se puede definir de la manera más elemental según la (Sternberg 2001) como:

“Disposición para crear algo que existe en estado potencial en todo individuo y a todas las edades” (pp. 779-780).

Según los catedráticos José M. Fuentes y Pablo L. Tejada en su estudio *“La creatividad visual: técnicas y aplicaciones”*, se le puede considerar a ésta como:

[...] una capacidad de producir infinidad de resultados: hipótesis, novedad valiosa, sorpresa, solución, emergencia en acción; hace emerger lo desconocido, produce nuevos materiales, obras y circunstancias; genera relaciones, esquemas, experiencias, productos, combinaciones; puede llevar a identificar dificultades, buscar y ofrecer

soluciones, hacer especulaciones, formular, aprobar, comprobar y modificar hipótesis, comunicar los resultados, dar una nueva visión de la realidad, generar nuevas situaciones, ideas u objetos, sintetizar o mejorar procesos, y en general, su práctica nos libera de infinidad de limitaciones [...].

Sin embargo, de acuerdo a los autores, esta amplitud de definiciones manifiesta cierta provisionalidad en la misma definición de creatividad, como se recoge en Barba, M. O. (2007), diciendo que en menos de cien años se le han atribuido más de 50 definiciones distintas. Por tanto, la creatividad más que una capacidad, es una suma de capacidades que ya otro gran número de autores han aportado en la definición con sus propuestas. Por ejemplo, Joy Paul Guilford (1950) la ordenó en: flexibilidad, fluidez, originalidad, redefinición, penetración y elaboración. A estas capacidades se les puede agregar motivación intrínseca según Hunt (1966) y tolerancia a la ambigüedad por Barron y Harrington (1981). Bajo este contexto se puede concluir que cuanto más se investigue sobre la misma, más implicaciones y relaciones con otras competencias se irán incorporando. Con esta amplísima variedad de términos resulta muy complejo tomar una definición que englobe todos estos valores y matices, por lo cual a este conjunto de aspectos se los podría ordenar en: capacidades, procesos y resultados (López & Tejada, 2013). Además, al ser una potencia propia que desarrolla cada persona relacionada con lo que experimenta y vive, su ejercicio suele estar relacionado con la necesidad, motivación y curiosidad individuales, que dentro de un proceso de aprendizaje puede generar novedad y transformar la realidad. Como consecuencia de todo lo anterior, no se debe hablar entonces de un único concepto de creatividad, sino de una potencia común que cada persona desarrolla en función de sus intereses, experiencias y capacidades.

Sin embargo, para el presente estudio cabe resaltar que la creatividad como concepto ha sido un tema poco abordado y por lo tanto poco estudiado. Es hasta años recientes donde surgen teóricos que aportan en la profundización del tema y se desarrollan trabajos y

aportes referentes a este concepto, ganando gran interés especialmente en el ámbito educativo como área de estudio, con diversas investigaciones. Al respecto el autor Antonio Ballester en su libro *“El Aprendizaje Significativo en la Práctica”* (2002), la describe como: Un proceso clave para el logro de aprendizajes fundamentales y trascendentes en la formación de los estudiantes, ya que el aprendizaje tiene como intención la formación de personas como futuros ciudadanos con capacidad de pensar y crear ante situaciones cotidianas o excepcionales a las que se enfrentarán en el futuro. Para ello, subraya el autor, se deben promover situaciones de enseñanza-aprendizaje utilizando el pensamiento divergente, por parte tanto del profesor como del estudiante, señalando:

“Las situaciones abiertas de aprendizaje, a partir de experiencias y emociones personales, con estímulo del pensamiento divergente en que el alumnado proyecta sus ideas, potencian la diferencia individual y la originalidad y se convierten en hechos clave y decisivos para una enseñanza activa y creativa” (Ballester, 2002, p.72).

Al respecto el investigador Ken Robinson (2006) menciona que:

*“Los niños arriesgan, improvisan, no tienen miedo a equivocarse; y no es que equivocarse sea igual a creatividad, pero sí está claro que no puedes innovar si no estás dispuesto a equivocarte, y los adultos penalizamos el error, lo estigmatizamos en la escuela”*³.

En cuanto al uso de la creatividad como medio aplicado en el diseño y desarrollo de productos, cabe resaltar la obra del Profesor Mark Tassoul de la Universidad tecnológica de Delft, quien en su libro *“Creative Facilitation”* (2009), recopila diferentes técnicas y las plantea como un flujo que se desarrolla en diferentes fases dentro de un proceso; basadas en el principio de Divergencia-Convergencia para llegar a la síntesis o resultado, que a su

³ Fuente: <https://www.into.ie/ROI/Publications/CreativityArtsinthePS.pdf>

vez se presentan a manera de un Diamante (*Creative Diamond*), donde las diferentes actividades (pasos creativos) se abren y cierran para ofrecer un esquema organizado de pensamiento creativo con vistas al logro de resultados innovadores (Ver Figura). De hecho, para el Design Council (entidad del Reino Unido para promocionar el Diseño) todas las disciplinas del diseño comparten el mismo proceso creativo, y lo han titulado como el Doble Diamante (*The Double Diamond*)⁴, en el cual el proceso de diseño está dividido en cuatro fases distintas: Descubrir, Definir, Desarrollar y Entregar (Innovation by design Report: Design Council 24/02/2015)⁵.

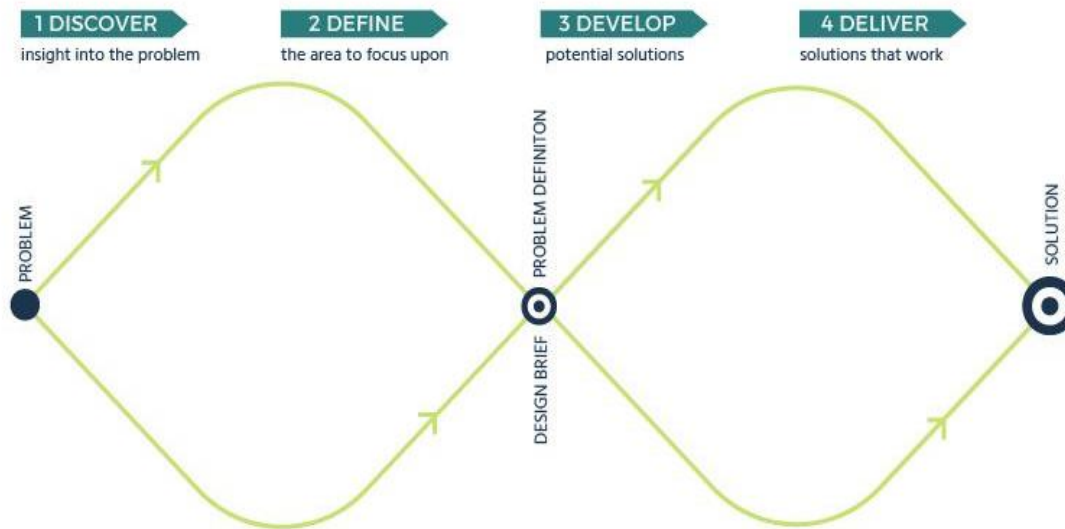


Figura 9: Esquema del doble diamante creativo según el Design Council (Sierra, 2019).

⁴ Tomado de: <https://abeldb.com/informes/proceso-de-diseno-el-doble-diamante/>

⁵ The double diamond diagram was developed through in-house research at the Design Council in 2005 as a simple graphical way of describing the design process.

[http://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons_Design_Council%20\(2\).pdf](http://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons_Design_Council%20(2).pdf) HYPERLINK

"[http://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons_Design_Council%20\(2\).pdf](http://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons_Design_Council%20(2).pdf)"

2.4.1. Definiciones de creatividad.

Es necesario para el proceso de creación definir qué entendemos por creatividad, estas definiciones guiarán la forma en que la podemos promoverla y definir como la evaluaremos en clase.

Históricamente se ha definido la creatividad desde perspectivas distintas, los autores que se revisaron en su definición han desafiado la idea de que la creatividad es el talento de unos pocos proponiendo la idea de que todos los seres humanos tenemos el potencial de ser creativos.

Si la creatividad es una capacidad que todos tenemos, en el sistema educacional podemos entrenar a las personas para ser efectivamente creativos.

Es posible entonces aprender a fortalecer este potencial. La diferencia entre un artista y el resto de las personas es que el primero ha aprendido a identificar, organizar y comunicar su experiencia de un modo nuevo (Williams, 1992). Las definiciones listadas a continuación comparten este principio.

En Inglaterra el National Advisory Committee on Creative and Cultural Education (1999) definió la creatividad como la actividad imaginativa orientada a tener un resultado original y de valor. En la definición de creatividad de CAPE UK (1998) se superponen tres categorías:

- la libertad de expresión (autoexpresión, improvisación, explorar resultados desconocidos).
- el pensamiento imaginativo/asociativo (flexibilidad, un enfoque holístico, resolución de problemas).
- el pensamiento crítico (tomar decisiones conceptuales, eclecticismo).

El National Curriculum Handbook for Primary and Secondary Teachers (1999), sostiene que las habilidades de pensamiento creativo se refieren a permitir que los alumnos generen y extiendan sus ideas, sugieran hipótesis, apliquen la imaginación y busquen resultados innovadores alternativos. La creatividad implica ser imaginativo, ir más allá de lo obvio, ser

consciente de lo no convencional, ser original de algún modo, pero no está necesariamente relacionado con un resultado o producto (Craft, 2000).

De acuerdo a Seltzer y Bentley (1999) la creatividad es la aplicación de conocimientos y habilidades de manera de lograr una meta valiosa. Para lograr esto, los estudiantes deben tener cuatro cualidades fundamentales:

- Identificar nuevos problemas.
- Habilidad de transferir el conocimiento adquirido en un contexto a otro con el fin de resolver un problema.
- Una creencia en el aprendizaje como un proceso gradual, en el que los intentos repetidos eventualmente conducen al éxito.
- La capacidad de concentrarse en la realización de un objetivo o conjunto de objetivos.

La creatividad en el contexto académico:

En los años 90 del siglo pasado se presentó un consenso en que la persona creativa no nace, sino que se hace, dependiendo de las oportunidades que encuentra en su contexto social para actualizar su potencial creativo. Dado que aprendemos y enseñamos la creatividad, el contexto escolar es vital en cómo influencia (inhibiendo o potenciando) su desarrollo.

Cómo potenciar la creatividad en el contexto escolar:

Shallcross (1981) identificó una serie de estrategias clave en los enfoques

pedagógicos para la creatividad:

- Definir el espacio y el tiempo para el desarrollo de una respuesta creativa.
- promover un clima emocional en el aula que incluya el fomento de la autoestima y la confianza definir como principio que las tareas son alcanzables para los estudiantes.

- Evitar el escrutinio constante, permitiendo mantener la privacidad del trabajo hasta que los estudiantes estén listos para compartir.

Por otra parte, Sternberg y Lubart (1991) proponen 'invertir' en creatividad mediante enseñarles a los estudiantes a utilizar los siguientes recursos:

- Inteligencia: definir y redefinir el problema, y la capacidad de pensar con análisis proactivo, es decir, ver las cosas en una manera que la mayoría de la gente no ve, o combinar piezas dispares de información cuya conexión no es evidente, o buscar la relevancia no evidente de información previa a un nuevo problema.
- Conocimiento: El conocimiento de un campo es esencial para ser creativos dentro de él. Es necesario que el conocimiento sea útil para el alumno.
- Pensamiento divergente: el individuo creativo tiene la capacidad de ver las cosas de formas nuevas y disfruta este proceso.

Desarrollo actitudinal: La creatividad requiere formaciones en actitudes que es necesario fomentar incluyen tolerar la ambigüedad, la voluntad de superar obstáculos y perseverar, la voluntad de crecer, la disposición a correr riesgos, tener el valor de las convicciones y creer en uno mismo.

- Motivación: La motivación intrínseca es importante. La motivación extrínseca puede incluso minar la creatividad. La motivación para sobresalir también es relevante.
- Contexto ambiental: el medio ambiente (o aula) necesita despertar ideas creativas, fomentar el seguimiento de estas ideas, evaluarlas y premiarlas.

Programas orientados a potenciar la creatividad, conducidos en Estados Unidos (Isaksen, 1995) y Europa (Ekvall, 1996) concluyeron que los climas escolares que la estimulaban mejor se caracterizaban porque los participantes:

- Se sentían desafiados por las metas y tareas.
- Se sentían capaces de tomar la iniciativa y encontrar información relevante.
- Eran capaces de interactuar con otros.

- Sentían que podían proponer ideas y perspectivas novedosas.
- Sentían que las ideas novedosas recibían apoyo y motivación.
- Debatían en un contexto abierto, no dominado por el prestigio o roles de los participantes.
- Toleraban la incertidumbre y eran motivados a tomar riesgos.

Contextos escolares que fomentan la capacidad de:

- Estar abierto a la posibilidad, lo desconocido y/o inesperado.
- Integrar y hacer conexiones entre las ideas aparentemente inconexas.
- Considerar distintas formas de conocimiento (por ejemplo, físico, sensorial, imaginativo).
- Sostener la paradoja de la forma y el contenido.
- mantener la tensión entre la seguridad y el riesgo.
- Estar dispuesto a dar y recibir críticas.
- Estar al tanto de las características individuales de las personas han potenciado de mejor manera la creatividad de alumnos y profesores (Kessler, 2000).

Otras investigaciones en esta línea han demostrado que asumir responsabilidades tempranamente, poder expresarse y actuar con independencia y agencia desde la infancia (Como los principios fomentados por la educación Montessori), potencian el desarrollo de la creatividad, al igual que involucrar a los niños en habilidades de pensamiento de nivel superior (análisis, síntesis, evaluación), alentar la expresión de ideas y mensajes a través de una amplia variedad expresiva y de medios simbólicos, favorecer la integración de contenidos a través de temas que poseen significado y relevancia ofreciendo tiempo suficiente para la exploración en profundidad de los temas específicos que puedan derivarse del interés espontáneo (Craft, 2000).

De acuerdo a este autor, las principales estrategias encontradas en los enfoques pedagógicos para fomentar la creatividad son:

- Contar con el espacio y el tiempo adecuado.
- Fomentar el autoestima y confianza de los estudiantes.
- involucrar a niños en las habilidades de pensamiento de alto nivel.
- Potenciar la expresión de ideas a través de una amplia variedad de medios expresivos y simbólicos.
- Favorecer la integración de los contenidos a través de temas que sean significativos y relevantes para la vida.

Por otro lado, faltaría considerar la taxonomía de Bloom; que de acuerdo a los autores Tristán y Mendoza en su artículo *“Taxonomías sobre la creatividad”* (2016); esta incluye una categoría de alto nivel denominada *síntesis* definida como reunión de elementos y partes para formar un todo o agregar atributos para obtener un nuevo producto original. Esta categoría está relacionada con la producción original, la innovación y la creatividad, pero, en su momento, la taxonomía de Bloom (1956) no fue suficientemente enfática en lo que respecta a creatividad, porque acota la originalidad a que ocurra en condiciones controladas dentro de límites específicos definidos por el docente o el sistema educativo. Esta Incluye tres subcategorías a saber:

- Producción de una comunicación única: resultado de la combinación de elementos definidos o previamente conocidos, en un producto novedoso que es más que la suma de los elementos. Esta categoría la acota precisamente a actividades comunicativas de escritura, a un discurso o a la producción musical.
- Producción de un plan o conjunto de operaciones: incluye la planeación de acciones a seguir, la concepción de un diseño para una aplicación específica, por ejemplo, en arquitectura, mecánica, industria y tecnología.
- Derivación de un conjunto de relaciones abstractas: permite clasificar o relacionar datos en función de un criterio, de preferencia, ideado de forma autónoma por la persona.

La taxonomía de Bloom⁶ fue revisada (Ver figura) y la categoría de síntesis fue cambiada de nombre a *creación* (Anderson y Krathwohl, 2001) para definirla como la actividad que permite combinar varios elementos para formar un todo coherente y funcional, es decir, un producto original. Desde el punto de vista taxonómico, no se pretende que la creación produzca un nuevo producto único en el universo, como si fuera resultado de un proceso creativo, libre e innovador (Tristán y Mendoza, 2016).

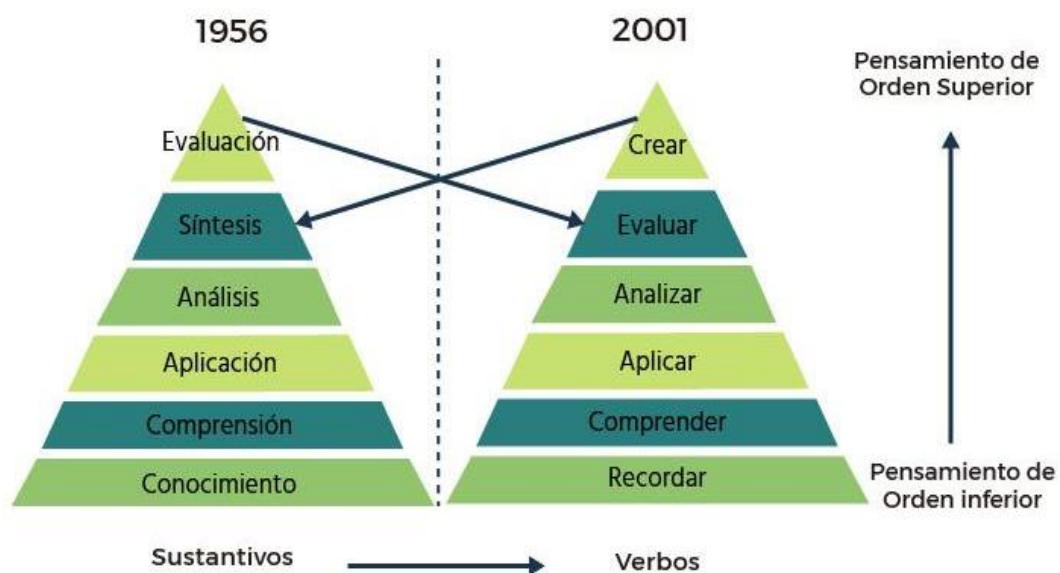


Figura 10: Habilidades cognitivas superiores y creatividad, de acuerdo a la taxonomía de Bloom (Sierra, 2019).

⁶ <https://www.unir.net/educacion/revista/noticias/metodologias-activas-en-el-aula-o-la-interseccion-de-la-taxonomia-de-bloom-y-la-piramide-de-aprendizaje/549203615099/>

2.4.2. La creatividad para diseñadores.

En todo proceso creativo se define primero un número indeterminado de ideas posibles (pensamiento divergente), antes de la refinación y la reducción a la mejor idea (pensamiento convergente). Pero el doble diamante indica que esto ocurre dos veces, la primera para confirmar la definición del problema y la otra para llegar a la solución. Uno de los mayores errores es omitir el diamante de la izquierda y llegar a resolver el problema equivocado. Para descubrir qué ideas son las mejores, el proceso creativo es iterativo.

Sin embargo, retomando la metodología de diseño y desarrollo de productos de Ulrich y Eppinger (Ver figura abajo); los autores enmarcan el proceso creativo en la primera fase (desarrollo del concepto), pero como un proceso sistémico, mencionado en la tarea de generar conceptos de solución al problema planteado y consistente en 4 pasos a saber:

- Suspender el juicio al generar ideas de solución.
- Generar en lo posible muchas ideas ya que se estimula más probabilidades de solución.
- Dar la bienvenida a ideas que puedan parecer no factibles; ya que estas pueden depurarse o mejorarse.
- Usar medios gráficos y físicos; ya el texto y el lenguaje verbal son vehículos poco eficientes para describir entidades físicas. Debería haber numerosos bosquejos y la espuma, arcilla, cartón y otros medios tridimensionales también pueden ser de ayuda en problemas que requieran de un entendimiento exhaustivo de relaciones de forma y espacio.

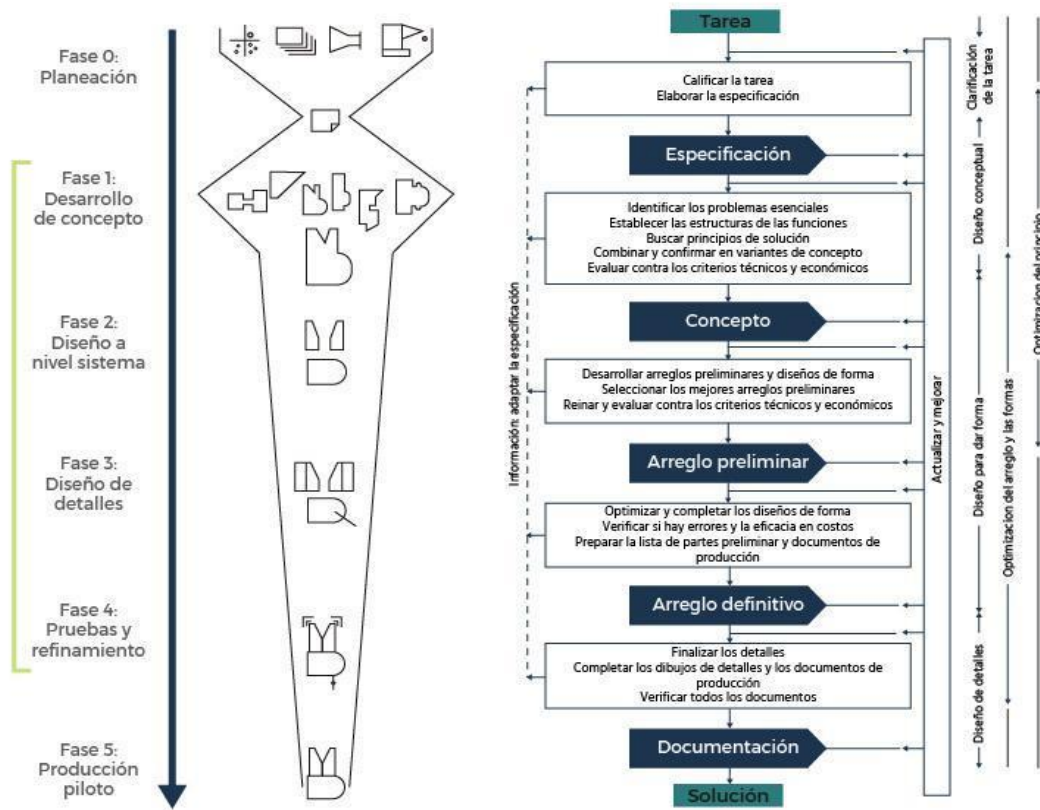


Figura 11: Diagrama del proceso de diseño según Ulrich Eppinger⁷ (Sierra, 2019).

Esto significa que las ideas se desarrollan, probando y refinando varias veces; así las ideas débiles caen en el proceso. Este ciclo es una parte esencial de un buen diseño.

También cabe resaltar al investigador Mauro Rodríguez Estrada, quien en su libro *“Manual de Creatividad”* (2006), expone que es muy importante definir el valor y el nivel creativo de todo proceso proyectual en diseño dentro de una escala de la siguiente manera:

- El producto es valioso para el círculo afectivo del sujeto creador.
- El producto es valioso para su medio social.
- El producto es valioso para la humanidad.

⁷ Fuente: www.ulrich-eppinger.net

Resultando así tres niveles de creativos, que el autor denomina:

- El nivel elemental o de interés personal y familiar.
- El nivel medio o de resonancia laboral y profesional.
- El nivel superior o de la creación trascendente y universal.

Añade además que:

“toda persona normal puede aspirar a aportar contribuciones muy estimables en los niveles 1 y 2, y probablemente la mayoría, con un entrenamiento serio en creatividad, logren llegar a la zona 3”.

Igualmente, es importante y necesario considerar que ante una sociedad colaborativa como la que estamos viviendo, son los grupos de trabajo quienes proyectan e innovan, y que gran parte de los métodos que estimulan la creatividad son precisamente colaborativos o grupales según Rodríguez (2006), quien resalta que para todo trabajo en grupo conviene ponerse de acuerdo en una única definición de los términos clave, partiendo de la capacidad de producir cosas nuevas y valiosas, ya que de otro modo se dificultará la comunicación entre los miembros. En este sentido, el autor Edward De Bono en su libro *“Pensamiento Creativo”* (1994) expone algunas de las principales aplicaciones del mismo, para que sea más fácil la comprensión y la aplicación de los procesos creativos en los grupos de trabajo, anotando:

“Se pueden introducir mejoras basándose en la experiencia, las nuevas tecnologías, la nueva información, el análisis y la lógica. Cuando hay fallos, los métodos lógicos de resolución de problemas suelen ser más que suficientes para eliminarlos; pero cuando no los hay, el pensamiento creativo es indispensable para plantear nuevas posibilidades”.
(p.464)

El autor, planteando dentro de sus posibles aplicaciones, resalta el uso de soluciones a través del método por “resolución de problemas”, el cual constituye un área tradicional de utilización del pensamiento creativo cuando los procedimientos estándar no ofrecen una

solución; existiendo de acuerdo al autor dos enfoques posibles: el enfoque analítico, en el que importa “lo que es” y el diseño, en el que importa “lo que podría ser”. Evidentemente, el enfoque basado en el diseño requiere pensamiento creativo. Pero incluso la orientación analítica puede necesitar del razonamiento creativo para imaginar posibilidades nuevas o alternativas. Sin embargo, para el presente trabajo sólo se considerará la creatividad relacionándola con el ámbito de lo visual y la representación gráfica porque, como ya se mencionó más arriba, se comprende mejor lo visual y su potencial de comunicación inmediata y motivadora frente al texto que requiere más tiempo y esfuerzo de comprensión y reflexión (De Bono, 1994).

2.5. La evaluación de la creatividad.

Si la evaluación es vista desde su definición más amplia, es decir, emitir un juicio, sin restringirla a la calificación (asignar nota), varios autores han propuesto criterios que podemos aplicar en el contexto escolar para evaluar la creatividad. Eisner (1966) nos advierte que no todos los estudiantes serán creativos de la misma manera: Algunos necesitarán cuestionar los límites o reglas que les imponemos, no porque quieran desafiar nuestra autoridad, sino porque perciben las reglas como una restricción a su capacidad creativa. Otros inventarán o asociarán cosas o ideas ordenándolas o reestructurándolas de una manera nueva.

Torrance (1974) describió cuatro componentes con los que la creatividad individual puede ser evaluada:

- Originalidad: la capacidad de producir ideas que son inusuales, infrecuentes, no banales ni obvias.
- Fluidez: la capacidad de producir un gran número de ideas.
- Flexibilidad: la capacidad de producir una gran variedad de ideas.
- Elaboración: la capacidad de desarrollar, embellecer, o completar una idea.

El autor, también presenta una tabla en la que recoge los componentes anteriores para evaluar la creatividad; tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Criterios/ niveles	5	4	3	2	1
	El trabajo es extraordinariamente creativo	El trabajo es muy creativo	El trabajo es creativo	El trabajo es algo creativo	El trabajo no es creativo
Originalidad	El trabajo muestra una gran cantidad de ideas que son inusuales, infrecuentes, no banales ni obvias.	El trabajo muestra algunas ideas que son inusuales, infrecuentes, no banales ni obvias.	El trabajo muestra al menos dos ideas que son inusuales, infrecuentes no banales ni obvias.	El trabajo muestra al menos una idea inusual, infrecuente, no banal ni obvia.	El trabajo no muestra ideas originales
Fluidez	El trabajo presenta un gran número de ideas novedosas, llamativas y muy eficaces.	El trabajo presenta algunas ideas novedosas, llamativas y eficaces.	El trabajo presenta al menos dos ideas novedosas, llamativas y eficaces.	El trabajo presenta al menos una idea novedosa, llamativa y eficaz.	El trabajo no presenta ideas novedosas, llamativas y eficaces.
Flexibilidad	El trabajo presenta una gran variedad de ideas	El trabajo presenta alguna variedad de ideas	El trabajo presenta al menos tres ideas	El trabajo presenta al menos dos ideas	El trabajo no presenta variedad de ideas
Elaboración	El problema ha sido elaborado con imaginación para permitir una solución convincente y poderosa.	El problema ha sido elaborado con algo de imaginación para permitir una solución convincente y poderosa.	El problema ha sido elaborado completando al menos una idea convincente y poderosa.	El problema ha sido elaborado, pero sin ser completado de manera convincente ni poderosa.	El problema no ha sido elaborado hasta ser completado.

Tabla 1: Rúbrica para evaluar la creatividad de un trabajo (Basada en Torrance, 1974).

Por su parte, otros autores como Besemery Treffinger (1981) identificaron otros tres criterios pertinentes para la evaluación de la creatividad:

- **Novedad:** cómo es el nuevo producto en términos de técnicas, procesos, conceptos, la capacidad de un producto para provocar o inspirar, el potencial de un producto para transformar o crear un cambio radical en el enfoque.
- **Resolución:** el grado en que un producto satisface una necesidad o resuelve una situación.
- **Síntesis:** el grado en que un producto combina elementos que son diferentes, en un conjunto coherente.

Para finalizar, Fryer (1996) después de realizar un estudio sobre creatividad con 1.000 profesores, advierte que hay algunos problemas al aplicar estas taxonomías de criterios para evaluar la creatividad de los alumnos. Por ejemplo, cómo entender la novedad en el contexto escolar. En su estudio muchos profesores sugirieron que les resultaba mejor juzgar el trabajo de cada alumno relativo a su logro previo. El autor enfatiza que, en vez de aplicar estos criterios de manera absoluta, pueden ser considerados como criterios relativos a cada alumno en particular. No importa tanto si el resultado es nuevo o no (en el sentido de que no ha sido descrito anteriormente), sino si es experimentado como una nueva experiencia para un estudiante en particular.

Procesos Creativos

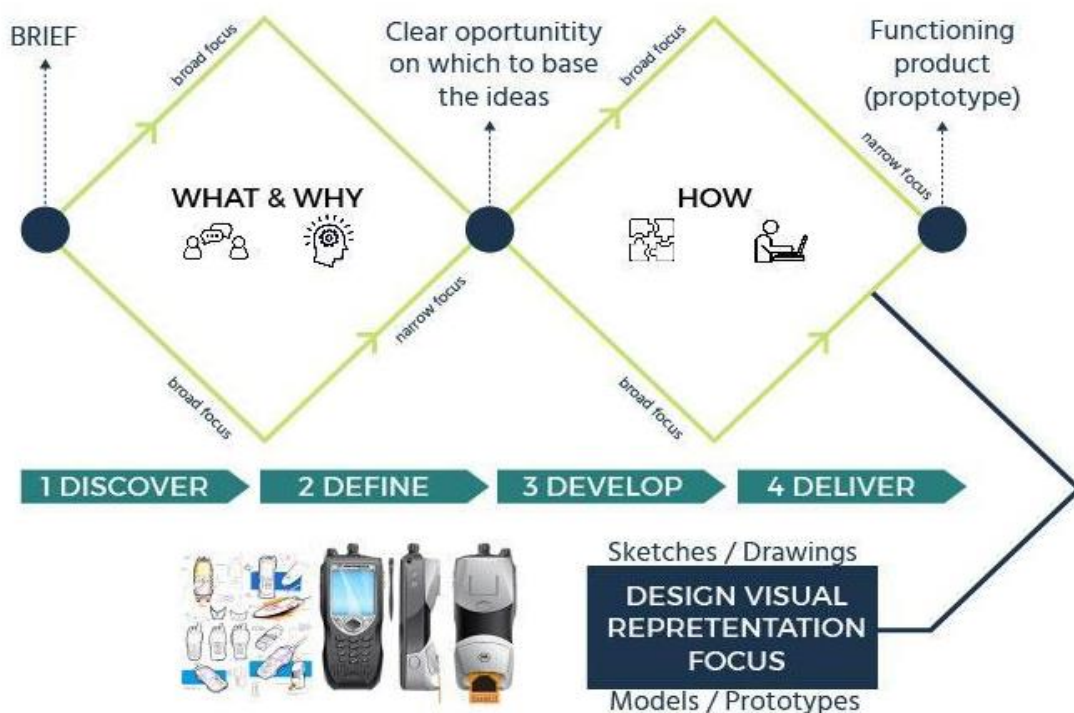


Figura 12: Diagrama del proceso creativo en las artes y el diseño⁸.

2.6. los procesos de diseño y su relación con el dibujo.

Es interesante visualizar el gran poder que representa la representación gráfica en un proceso de diseño y este análisis descubre que un sistema de desarrollo de las ideas creativas se fundamenta en la capacidad de imaginarse soluciones nunca antes previstas y de ilustrarlas para compartirlas con otros profesionales y porque no, encontrar una nueva forma de hacer las cosas.

El sistema de análisis divergencia convergencia permite en diferentes lugares del proceso pensar de forma creativa y además utilizar el dibujo como medio de expresión.



⁸Fuente:<https://slideplayer.es/slide/9465775/29/images/24/Procesos+creativos+En+las+Artes+En+el+Dise%C3%B1o+Proceso+Creativo.jpg>

Figura 13: Doble diamante etapas de divergencia convergencia y su relación con el dibujo en el diseño de producto (Sierra, 2019).

Por otra parte, la creatividad y sus técnicas para entender las problemáticas desde puntos de vista diferentes y las estrategias para generar ideas y plasmarlas de forma gráfica para su comunicación y su comprensión aplican a un proceso secuencial que se encuentra en las fases del diseño conceptual y la búsqueda de alternativas como lo muestra la gráfica siguiente:

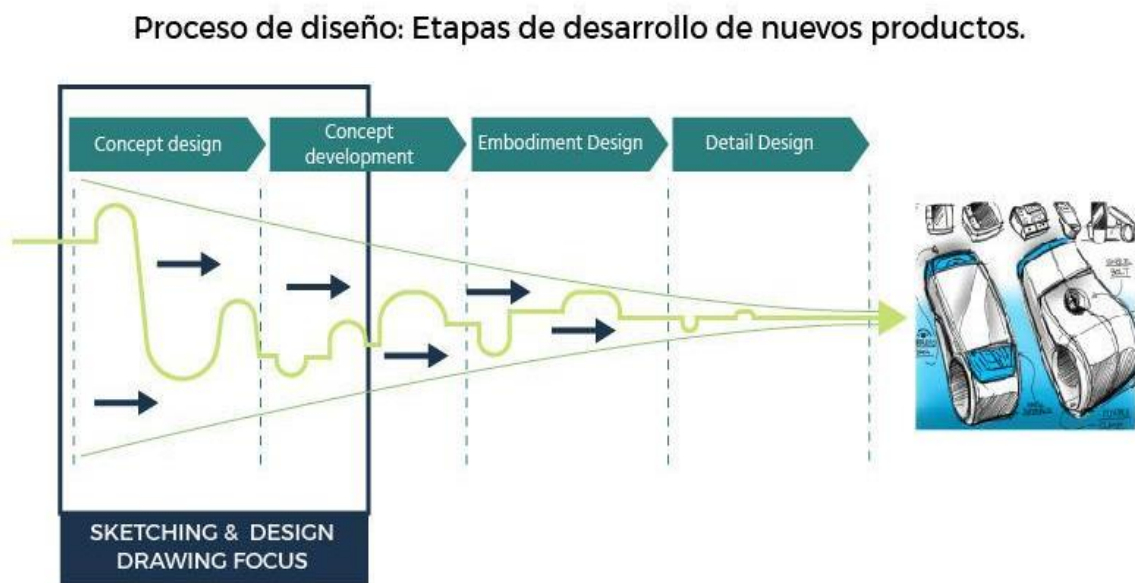


Figura 14: Proceso de diseño secuencial por etapas y su relación con el dibujo (Sierra, 2019).

Las tipologías de sketches varían según la necesidad, pero permiten de forma creativa presentar, y desarrollar una idea para solucionar un problema planteado. Las investigaciones de Eugin Pei, con respecto a anteriores autores y su relación con los diferentes modelos de procesos proyectuales se comparan en el gráfico que aparece a continuación:

Proceso de diseño - Etapas del modelo.

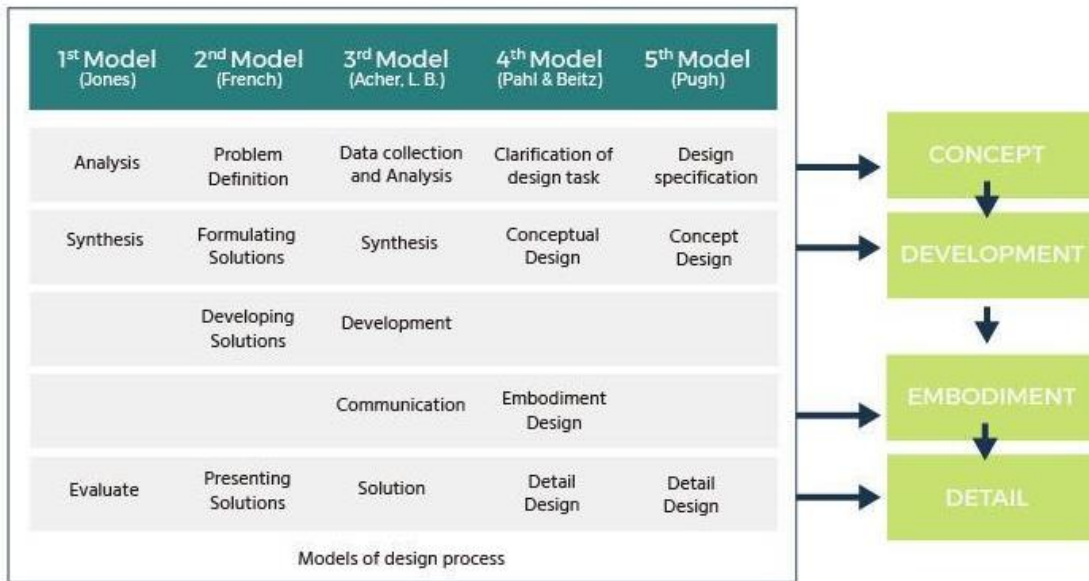


Figura 15: Proceso de diseño de producto por etapas según autores (Sierra, 2019).

2.7. El uso de las TIC y las PBT en la enseñanza y el aprendizaje del dibujo.

El advenimiento y desarrollo de la informática (especialmente los diferentes tipos de software para representación gráfica) ha tenido un impacto muy importante sobre la forma como se diseñan, visualizan y se fabrican los productos (sistemas CAD-CAM-CAE). Pero la mayoría de estos programas solo son útiles y económicos en la medida en que los proyectos están prácticamente definidos formal y visualmente por parte del diseñador; razón por la cual resulta engañoso pretender llegar al resultado final del diseño mediante el uso de programas de modelación computacional antes de definir las formas y las características a través del dibujo; ya sea en el papel o la pantalla, ya que a pesar de que estos ofrecen “posibilidades ilimitadas” para diseñar, estas se pueden ver limitadas por las capacidades y el tiempo que se tenga para dominarlos, o sea que el ingeniero sólo podrá proyectar lo que es capaz de modelar o en el peor de los casos será el software quién configure los objetos,

volviéndose este un fin y no un medio o herramienta dentro del proceso de diseño (Antunes, 2006).

Igualmente, generar diferentes ideas y conceptos de forma rápida (sketches) resulta más rápido en tiempo y menos costoso económicamente que modelar virtualmente cada una de las propuestas, o peor aún, aplicar durante el proceso proyectual cambios leves o radicales en el diseño, ya que estos podrían requerir cambiar todo el trabajo de una modelación paramétrica (CAD). En este caso, solo con el dibujo se reducen las posibilidades de hacer cambios radicales ya que el tiempo que consumen las representaciones virtuales o tridimensionales será siempre superior y más complejo. De manera que no se puede creer que sin el computador no es posible llegar a configurar los objetos (Stone & Cassidy, 2007; Bilda & Demirkan, 2003).

Sin embargo, en los últimos tiempos se han acuñado términos como C.A.S. (*Computer Aided Styling*) o *Computer Sketching* para referirse a diversos programas utilizados para visualizar el proceso creativo (ideas y conceptos) a través de dibujos o bocetos virtuales (dibujo digital), creados a través del uso de lápices digitales y tabletas digitalizadoras (Ver figura); no obstante, y a diferencia de los sistemas CAD-CAM, dichos programas permiten “dibujar”, pintar y borrar rápidamente de la misma manera que lo hacemos en el papel, por lo tanto, junto con los programas de edición de imágenes (por ej: Photoshop o Illustrator) o animación tridimensional, constituyen hoy día la vanguardia del dibujo como herramienta para el diseño de productos (Suwa et al.,1998; Bilda et al., 2006; Bilda & Gero, 2007).

El uso de las TIC y los diferentes softwares de dibujo es un elemento que potencia las habilidades de este, pero no exime del uso de herramientas manuales; sobre todo en la fase de divergencia dentro del proceso de diseño; ya que cada herramienta tiene sus propias ventajas y desventajas.

El dibujo permite como herramienta proyectual desarrollar detalles en el diseño y cada una permite aumentar características gráficas a su manera por consiguiente tendrá también sus limitaciones efectivas.

Los dibujos efectuados a mano permiten desarrollar las ideas y el pensamiento viso espacial y desarrollar la idea hasta niveles de elaboración altos, mientras que las herramientas digitales permiten la exploración de acabados y diseños de detalle propios de una fase convergente un ejercicio más de expresión y acabados.

Medios digitales en representaciones de diseño visual para el diseño.

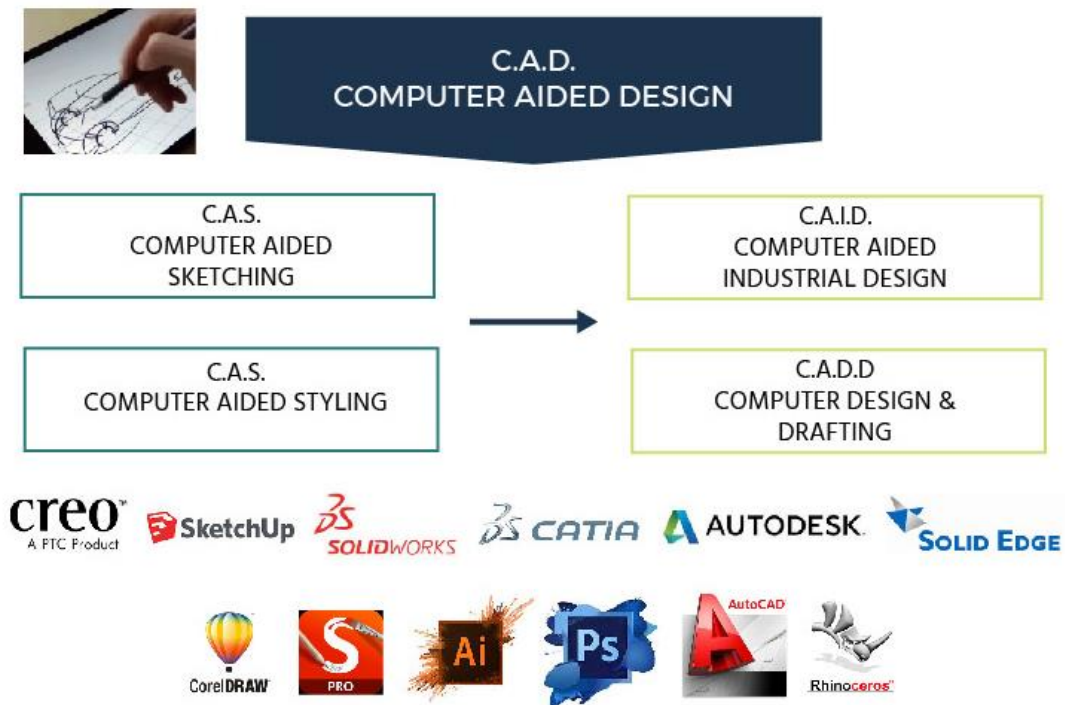


Figura 16: Medios digitales para el dibujo en el proceso de diseño (Sierra, 2019).

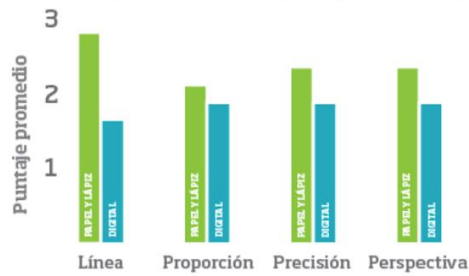
Las herramientas TIC y PBT Permiten potenciar las habilidades del dibujo y además la búsqueda de alternativas de diseño de una forma eficiente y analítica para acoplarlo a otras tecnologías y sistemas de representación más paramétricas en etapas posteriores como los softwares CAD/ CAM (Arnheim,1969).

2.7.1. Percepción de los estudiantes de IDP ante las dos formas de dibujo.

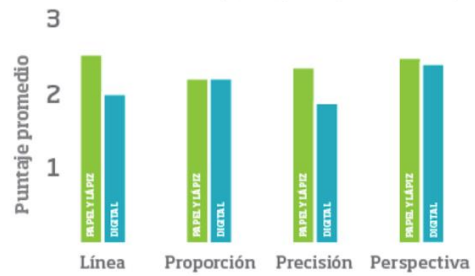
En su proyecto de investigación: *“Requerimientos y propuesta de una herramienta digital de autoaprendizaje para el área de dibujo en IDP”* (Rincón, 2016) y como parte de las actividades del Proyecto Wacom; realizó un estudio con los estudiantes de las asignaturas Dibujo para la Creación y Dibujo para la Formalización para determinar cómo éstos percibían el uso y aplicación del dibujo análogo (lápiz y papel) con respecto al dibujo digital (Tablet y lápiz digital); y se enuncia en su trabajo de la siguiente manera:

“Se realizaron dos pruebas en conjunto con el fin de comparar el dibujo a mano alzada tanto en medio digital con tecnologías PBT como en medio tradicional, papel y lápiz (Rincón, Sierra, Suescum, & García, 2015; Toro, Rincón, Sierra, & García, 2014). La primera prueba se realizó con estudiantes del segundo curso de dibujo con nivel medio de habilidades. Los resultados mostraron que los estudiantes obtuvieron mejores resultados en sus dibujos en papel y lápiz en comparación con sus dibujos digitales. Pocos de ellos tenían experiencia en el manejo de las tablas digitales. En la segunda prueba, los estudiantes eran más experimentados en dibujo y estaban más familiarizados con la herramienta. Los resultados mostraron en promedio, casi los mismos resultados en cuanto a calidad del dibujo a mano alzada en papel y con herramientas digitales, siendo todavía un poco mejor en el dibujo en papel y lápiz. En la siguiente ilustración se muestran los resultados obtenidos en cada una de las pruebas, de acuerdo a los cuatro parámetros evaluados acerca de las habilidades del dibujo: línea, proporción, precisión y perspectiva” (Rincón 2016).

PRIMERA PRUEBA: Parámetros de evaluación
Estudiantes de Dibujo 2, nivel medio en dibujo sin experiencia en dibujo digital



SEGUNDA PRUEBA: Parámetros de evaluación
Estudiantes con buen nivel de dibujo, con algo de experiencia en dibujo digital

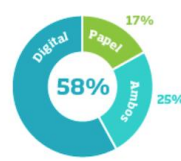


¿Con cuál de las dos formas de dibujo te sientes más cómodo?



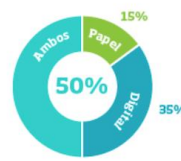
PRUEBA 1: Estudiantes nivel medio en dibujo

¿Cuál de las dos formas de dibujo es más importante para un Ingeniero de Diseño?



PRUEBA 1: Estudiantes nivel medio en dibujo

¿Cuál de las dos formas de dibujo es más ágil y eficiente?



PRUEBA 2: Estudiantes nivel avanzado en dibujo



PRUEBA 2: Estudiantes nivel avanzado en dibujo

Figura 17: Información de encuestas realizadas a estudiantes de Eafit y sus resultados (Rincón et al, 2016).

La gráfica que se presenta a continuación muestra una tabla comparativa entre los dos medios de dibujo de la misma investigación, según las encuestas cualitativas con preguntas abiertas, realizadas a los estudiantes de IDP:

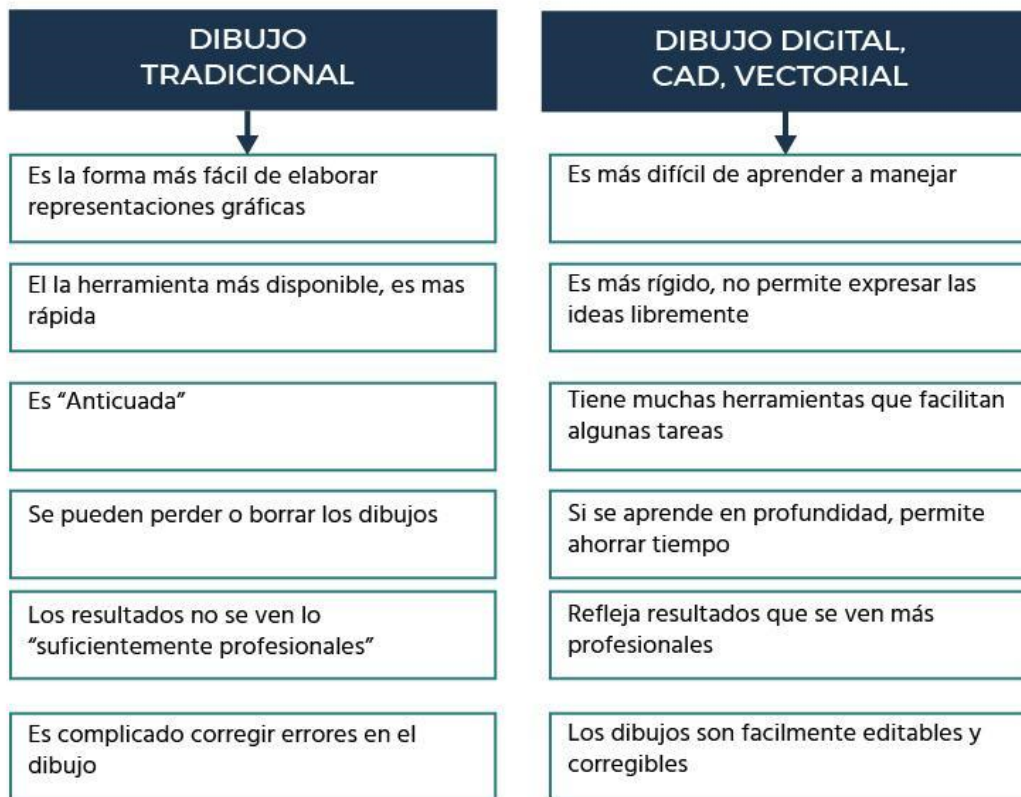


Figura 18: Comparación dibujo tradicional vs. dibujo digital (versión del autor de Ana Rincón) (Rincón et al, 2016).

Cabe anotar, que en el momento que se realizó dicho experimento; todavía las tabletas digitales no eran usadas por muchos de los estudiantes del programa ni tampoco estaban familiarizados con esta tecnología como sí sucede hoy en día (2019); cuando la totalidad de los estudiantes han recibido clases de dibujo utilizando las mismas.

2.8. Los procesos de evaluación en el dibujo.

La evaluación, elemento básico en todo proceso educativo, se ha visto limitada en la práctica, casi por completo, a la realización de exámenes estructurados con el fin de medir el aprendizaje de contenidos en todo tipo de materias. Esta modalidad de evaluación,

aunque valiosa cuando se aplica de manera correcta, es limitada para mostrar con mayor claridad las actitudes de los estudiantes, así como su grado de aprendizaje, comprensión y competencia.

Al preguntarse ¿qué evaluar? estamos respondiendo en coherencia con lo ya declarado sobre ¿qué enseñar? Dentro del modelo curricular, los contenidos o las habilidades a desarrollar proporcionan una serie de capacidades que se agrupan en tres grandes ámbitos: cognitivos o conceptuales, procedimentales y actitudinales, los cuales de cierta forma señalan y definen lo que hay que evaluar (Castro, Correa & Lira, 2006).

Por otro lado, la evaluación de las artes, incluido el dibujo, es uno de los elementos más problemáticos de la educación artística (Getzels & Csikszentmihalyi, 1976; Kozbelt, 2002, 2006, 2008, 2009; Mace & Ward, 2002). La evaluación en Arte, al igual que en otros campos, se centró en una tendencia a mantener una rígida división entre quien es el evaluado (discípulo) y quien emite el juicio de valor (maestro). Es así como la evaluación en la formación artística generalmente se asemejaba a un juicio en el que la sentencia se realizaba desde la evidencia concreta, es decir la producción artística, considerando, además, como parámetro de evaluación, las condiciones naturales o lo que se denominaba “*talento*”. Esta analogía puede resultar exagerada, pero si tomamos, a modo de ejemplo, la particular relación que se daba entre “*maestro-discípulo*” en el aprendizaje artístico en occidente durante la edad moderna, observaremos que el maestro tenía la autoridad de un juez y centraba su juicio de valor en los resultados concretos de la producción artística y de las condiciones innatas del alumno.

Los procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación deben estar orientados a la formación de los estudiantes en función de desarrollar en ellos conocimientos, hábitos, habilidades, valores, capacidades, destrezas, etc., que, al integrarse, les permitan interpretar y actuar con una visión transformadora del entorno en el cual desplegarán su actividad social y laboral.

Sin embargo, la evaluación del dibujo, al igual que en el diseño en general, es uno de los problemas más complejos en la enseñanza, pues de alguna manera se pone de manifiesto la interpretación de quien evalúa (el profesor) respecto al contexto de quien es evaluado (el estudiante), en este sentido existen altas probabilidades de incurrir en la frustración evidente o simbólica (Bourdieu, 1998). Tanto los alumnos reprobados como los que desean competir por la nota están obligados a reconocer que los medios con los que el profesor cuenta son los aceptados.

Otro aspecto importante lo constituye la evaluación de las cualidades del estudiante (actitudes y aptitudes). Sin embargo, sorprende que, en los formatos de evaluación, o en las planillas de notas estudiadas, aparece declarada la categoría asociada a estos elementos. De tal forma que la evaluación del sujeto se convierte en un elemento del currículum oculto. El origen de estas prácticas evaluativas en los docentes está condicionado por su formación profesional durante su vida universitaria y esto determina el modo como se realizan las evaluaciones. Los modos y costumbres adquiridos sobre las prácticas evaluativas en la enseñanza del dibujo y el diseño están ligados, consciente e inconscientemente, a su formación académica estudiantil y aquello que los ha marcado en forma negativa o positiva. En ningún caso está presente un aprendizaje formal en evaluación o procesos de educación en pedagogía; traduciéndose en un bajo dominio de conceptos, de herramientas y de procesos de educación en pedagogía.

Como causas más directas se identifican: un limitado uso de instrumentos confiables de evaluación, una evaluación subjetiva de las habilidades y las actitudes de los estudiantes, las incongruencias en los grados de exigencia que son notorias en los cursos de dibujo y la tendencia a enfatizar la calificación de lo producido generalmente en los resultados más que en el proceso. Por otra parte, hay dificultades para acordar criterios globales de evaluación entre los docentes del área (Dibujos) dado que existen distintos enfoques sobre los propósitos de la evaluación y los criterios en la apreciación del trabajo del estudiante. Por tanto, no hay una base conceptual común para la valoración de los trabajos y teniendo

en cuenta lo expuesto anteriormente; se hace necesario y urgente en principio; desarrollar un modelo evaluativo para el dibujo creativo dentro del programa de IDP, que permita observar y determinar los avances de los estudiantes de manera progresiva; así como evitar en lo posible las apreciaciones subjetivas que puedan afectar la calificación numérica de dicha evaluación. Todo ello enmarcado de manera paralela con el proceso proyectual en diseño.

3. CAPÍTULO 3: PROPUESTA DEL MODELO (Etapa de Desarrollo).

3.1. Propuesta o diseño metodológico.

(Sandín, 2003) define la investigación cualitativa como “una actividad sistemática orientada a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de prácticas y escenarios socioeducativos, a la toma de decisiones y también hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimiento”. Teniendo en cuenta que el objetivo de este proyecto es desarrollar un modelo evaluativo para los cursos de Dibujo Creativo, que integre elementos cognitivos, procedimentales y actitudinales, y que además no sea un método enteramente subjetivo, se utilizó una metodología de carácter exploratorio y cualitativo.

Para alcanzar el objetivo y estructurar un proceso de investigación claro y organizado, el grupo primario de trabajo en el proyecto Wacom, sugirió adoptar un modelo de “Investigación-Acción”, delimitada en 4 fases a saber: 1) Exploración, 2) Análisis y planificación, 3) Aplicación del modelo y 4) Reflexión final.



Figura 19: Modelo de investigación acción para el proyecto (Grupo primario, 2013).

3.2. El proceso de diseño y el dibujo.

Tal y como se mencionó con anterioridad; el Dr. Eujin Pei de la Universidad de Lorbrough en Inglaterra, en su trabajo de investigación: *“A taxonomic classification of visual design representations used by industrial designers and engineering designers”* (Pei, 2011); el autor hace un análisis, recopilación y clasificación de todos los medios de visualización gráfica utilizados en los procesos proyectuales tanto en diseño como ingeniería; poniendo de manifiesto la importancia que éstos adquieren en diferentes etapas del proceso; incluido los diferentes tipos de Dibujos y gráficas, no solo para “idear”; sino también para analizar, definir y presentar. Para autores como McKim 1980; Ullman et al. 1990; Schön and Wiggins 1992; Nagai and Noguchi 2003), el dibujo y en especial la “bocetación” (sketching); representan una parte fundamental e integral del proceso de diseño en ingeniería y a su vez se encuentra estrechamente relacionado con el pensamiento de diseño (design thinking). Para la American Society for Engineering Education (ASEE); en su Reporte Ginter (1955), enfatiza la importancia de la expresión gráfica, incluido el dibujo y el sketching como un medio para estimular el pensamiento creativo, la visualización espacial y la habilidad para generar y converger ideas (ASEE, American Society for Engineering Education, 1955).⁹ Otros investigadores como Yang, han encontrado que los procesos de lluvias de ideas mediados a través del dibujo, afectan positivamente la calidad de los resultados en el diseño de productos (Yang, 2009)¹⁰: Por su parte, otros autores mencionados anteriormente en este trabajo como Bertolini (1992), y Olofsson (2005); resaltan la importancia del dibujo como elemento clave en la formación de los estudiantes de diseño e ingeniería; ya que

⁹ Report of the committee on evaluation of engineering education. Journal of Engineering Education, Vol. 46, 25-60.

¹⁰ Observations on concept generation and sketching in engineering design. Research in Engineering Design. Vol. 20, 1-11.6

permite dotarlos de capacidades y habilidades no sólo para idear y comunicar gráficamente; sino también, para razonar espacialmente y de esta manera definir características y detalles en el diseño de objetos y/o productos. Según Pei, existen diferentes categorías de bocetos que permiten intervenir las diferentes fases del diseño de acuerdo a autores de trabajos previos; que se ilustran en la siguiente gráfica:

Purpose	Sketch Classification		
Source	Ullman, et al, 1990 Ferguson 1992; Van der Lugt 2005	Olöfsson and Sjöln 2005	Pei, E. et al (2011)
For problem solving	Thinking sketches	Investigative sketches	Personal
For retaining ideas	Storing sketches		
For generating and evaluating solutions		Explorative sketches	
For providing instructions	Prescriptive sketches		Handover
For discussion	Talking sketches	Explanatory sketches	Shared
For selling an idea		Presuasive sketches	Persuasive

- Explorative Thinking Sketch
- Explanatory Sketch
- Prescriptive Sketch
- Detail Sketch
- Persuasive Sketch

Figura 20: Tabla de las aplicaciones del dibujo para proceso de diseño (versión del autor) (Pei, 2009).

En su trabajo de investigación Eugin Pei y como resultado de su estructura taxonómica; se definieron dos tipos de gráficas; los bocetos o sketches y los dibujos propiamente dichos; diferenciados por la calidad y el propósito de estos y expuestos de la siguiente manera:

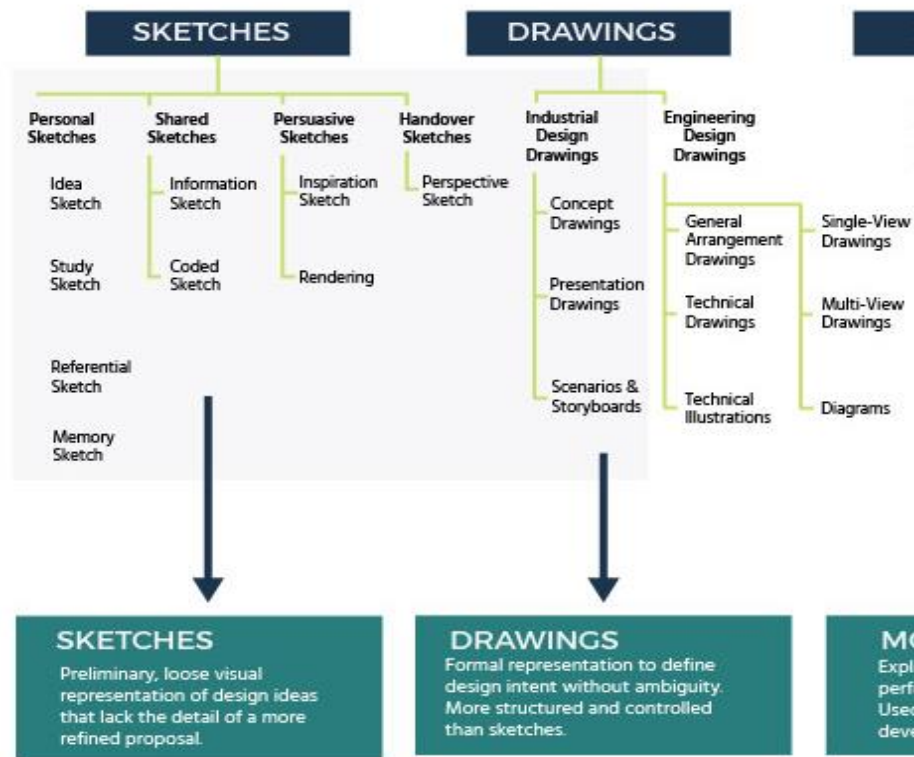


Figura 21: Segmentación de los tipos de sketch y dibujos aplicados al proceso de diseño según Pei (Sierra, 2019).

El ejercicio de su tesis doctoral desarrolló como producto aplicado a la docencia y al diseño una herramienta llamada id cards. Este trabajo se logró con la colaboración del Dr. Mark Evans PhD y el Dr. Ian Campbell PhD como supervisor. (Pei, Campbell, & Evans, 2011). El resultado de su trabajo y este material de apoyo que pasó de ser una herramienta física y un sitio web llamado Colab¹¹:

¹¹ Fuente: <http://www.colab.lboro.ac.uk/index.php?page=usecolab>

- *Recent research... Taxonomy of Visual Design Representations: ID Cards.*



Figura 22: Herramienta iD cards para el dibujo aplicado al proceso de diseño (Pei, 2009).

Inicialmente esta herramienta era física pero posteriormente se convirtió en una herramienta digital en plataforma. esta herramienta se encuentra disponible en el sitio de la universidad inglesa de Loughborough.

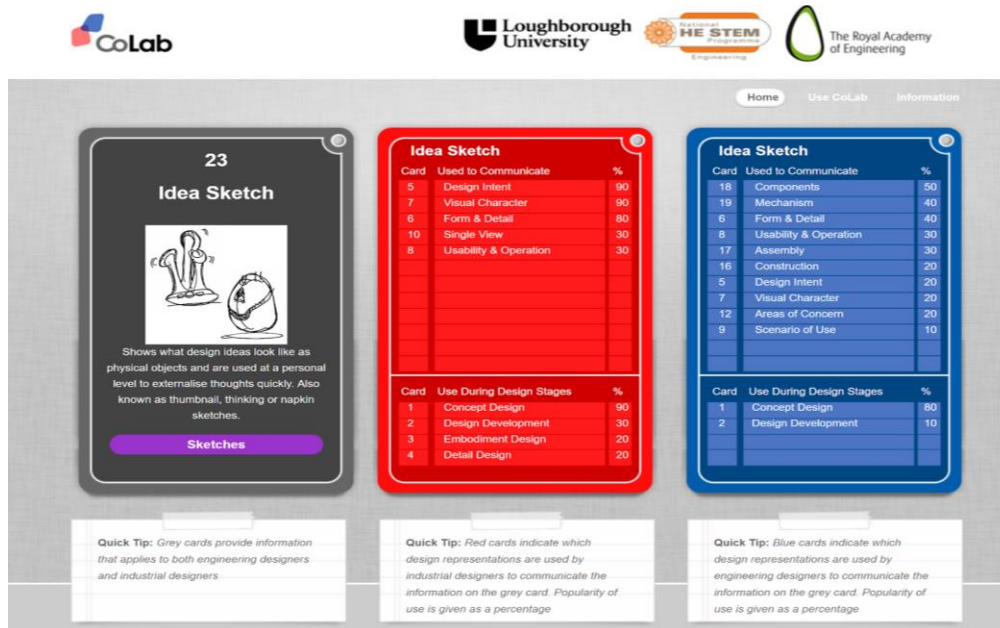


Figura 23: Herramienta iD cards modelo online para el dibujo aplicado al proceso de diseño (Pei, 2009).

3.2.1. ELEMENTOS QUE CONFIGURAN EL MODELO PARA EL DIBUJO CREATIVO.

Antes de determinar cuál sería el sistema de evaluación para el Dibujo Creativo en Ingeniería de Diseño; el autor del presente trabajo propone primero el desarrollo de un modelo que defina las características y componentes del segundo y que parte del análisis profundo de los elementos descritos anteriormente y las mencionadas taxonomías. Este análisis permite encontrar que el tipo de dibujo que realizan los ingenieros de diseño podría diferir de muchas otras tipologías y requiere de un análisis que va más allá de las técnicas expresivas, por tanto el mismo permite comprender que para realizar dibujos creativos aplicados a un proceso de diseño y propuestas de soluciones; se necesita de elementos que conectan el pensamiento visual, la creatividad y el pensamiento divergente-convergente aunado a los tipos de dibujos, las técnicas de expresión y los elementos de comunicación para ingeniería y diseño.

Partiendo del análisis encontrado en el trabajo de Pei y otros autores, se consideraron las siguientes categorías de dibujos que permiten usar el dibujo como herramienta proyectual y se adaptan a los microcurrículos de las asignaturas de dibujo del programa. Estos se encuentran en 5 niveles y sirven para diferentes propósitos dentro del proceso de diseño:

- Bocetos exploratorios.
- Bocetos de explicativos.
- Bocetos prescriptivos.
- Bocetos de detalle.
- Bocetos persuasivos.

For problem solving	Thinking sketches	Investigative sketches
For retaining ideas	Storing sketches	—
For generating and evaluating solutions	—	Explorative sketches
For providing instructions	Prescriptive sketches	—
For discussion	Talking sketches	Explanatory sketches
For selling an idea	—	Persuasive sketches

Tabla 2: Clasificación de los bocetos en los procesos de diseño (Pei, 2011).

Igualmente, y teniendo en cuenta los propósitos de cada uno de los tipos de dibujos utilizados o requeridos y de acuerdo a las temáticas de los cursos podríamos definirlos en tres categorías a saber:

1. **LOS BOCETOS DE DISEÑO O LOS DESIGN SKETCHES:** Los cuales buscan a través de dibujos rápidos, acciones como: explorar, evocar, provocar, sugerir y cuestionar. Estos no son detallados y son parte de propuestas tentativas y no definitivas; propias de una primera etapa de carácter divergente.
2. **LOS DIBUJOS DE DISEÑO O DESIGN DRAWINGS:** Los cuales son por naturaleza más elaborados y detallados y en los cuales se presentan acciones como: Describir, enseñar, detallar, refinar, resolver, responder, probar y especificar. En este sentido, este tipo de representaciones son propias para definir el diseño de detalle dentro del proceso y hacen parte de la etapa convergente del mismo.
3. **LOS RENDERS DIGITALES O DIGITAL RENDERS:** En este caso son representaciones aún más detalladas que las anteriores, sobre todo de carácter persuasivo; y en las cuales, aunque no de manera exclusiva, se presenta de manera más reiterativa el

uso de herramientas digitales; en muchos casos como antesala a la modelación computacional (CAD). Las acciones que caracterizan este tipo de representaciones son: Responder, sintetizar, detallar, persuadir, vender y especificar los detalles finales del diseño.

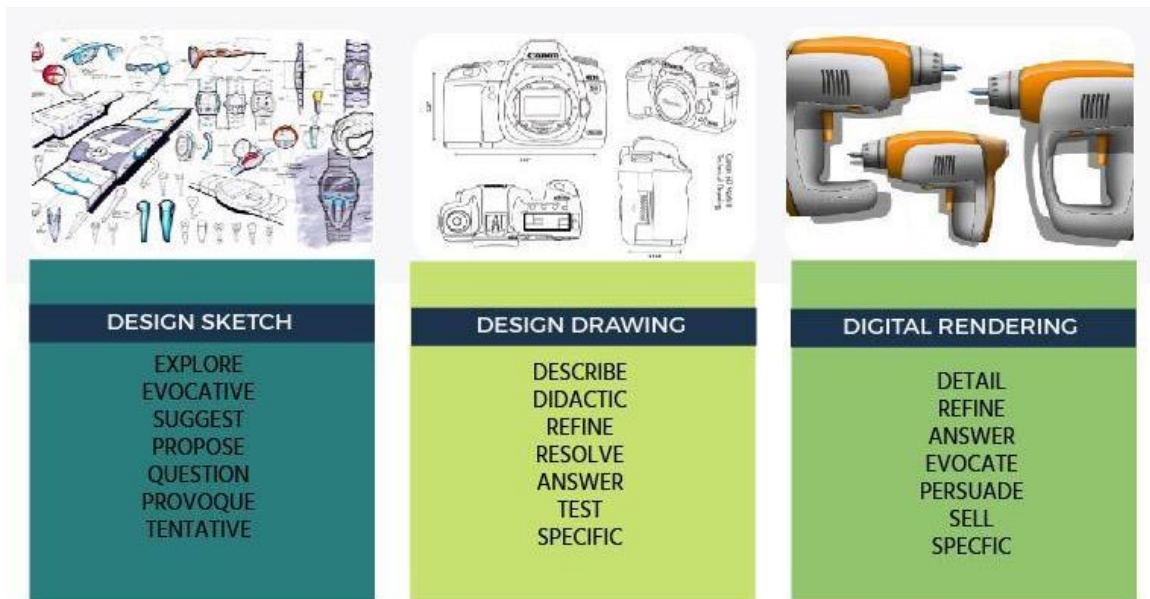


Figura 24: Segmentación del dibujo aplicado al proceso de diseño como parte del modelo para el dibujo creativo en IDP (Sierra, 2019).

Igualmente, y como se percibe en la siguiente gráfica; cada uno de ellos permite desarrollar diferentes fases de representación y desarrolla diferentes habilidades dentro del proceso:

Clasificación de sketches en el proceso de diseño de producto

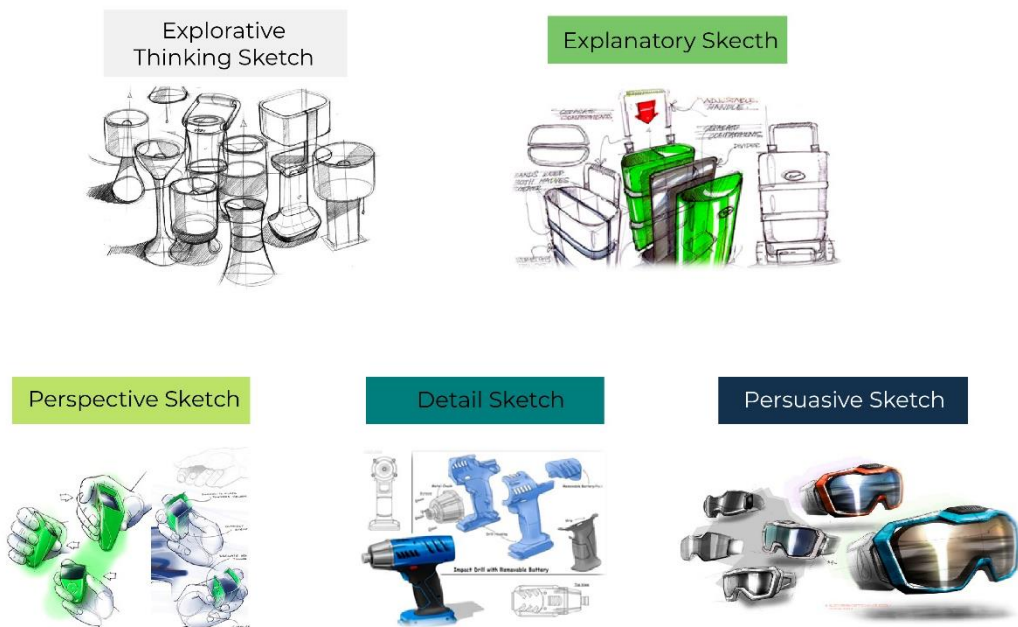


Figura 25: Ejemplos y propósitos del dibujo aplicado al proceso de diseño (Sierra, 2019).

Por consiguiente la propuesta para el modelo de enseñanza del Dibujo Creativo aplicado al contexto de IDP, buscando el desarrollo de habilidades necesarias para el diseño a partir del uso de de herramientas gráficas tanto análogas como digitales, se presenta como un balance de los tres componentes esenciales que se mencionaron anteriormente y que buscan dar a entender el dibujo no solo como un medio de expresión exclusivamente; sino también, como un medio de pensamiento; esencial para la aplicación del mismo en el quehacer del proceso proyectual o de diseño; tal y como puede verse en la siguiente gráfica donde se propone el modelo de acuerdo al autor de esta tesis.

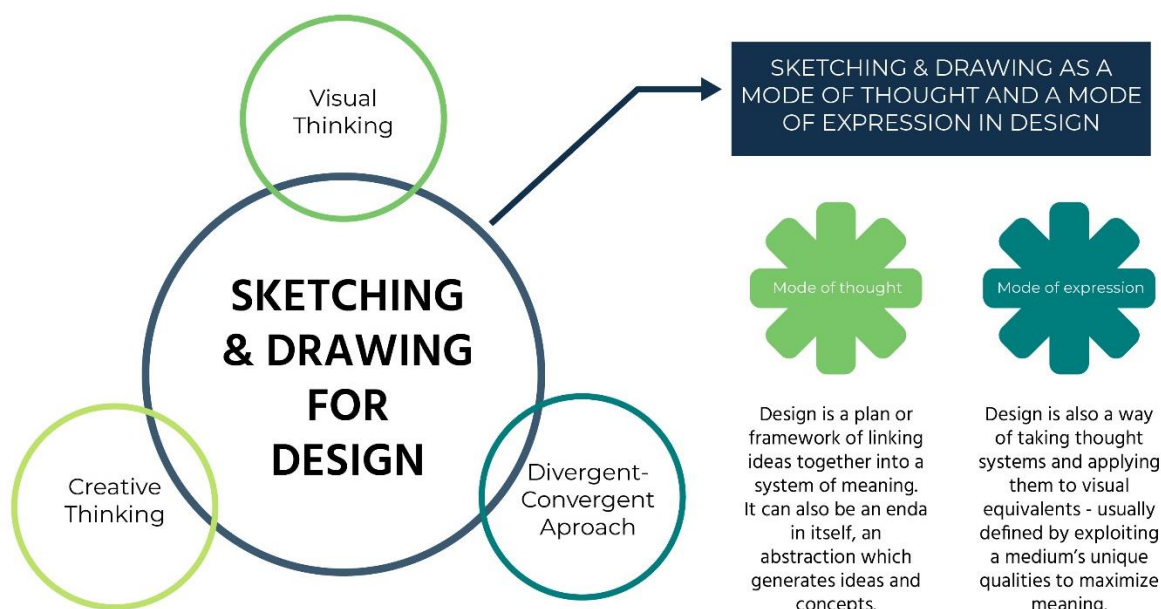


Figura 26: Componentes del Modelo para la enseñanza del dibujo creativo en IDP aplicado al proceso de diseño en IDP (Sierra, 2019).

A continuación, se describen y definen cada uno de los elementos o componentes que propone el autor del presente trabajo y que conforman dicho modelo, de acuerdo a lo recapitulado anteriormente:

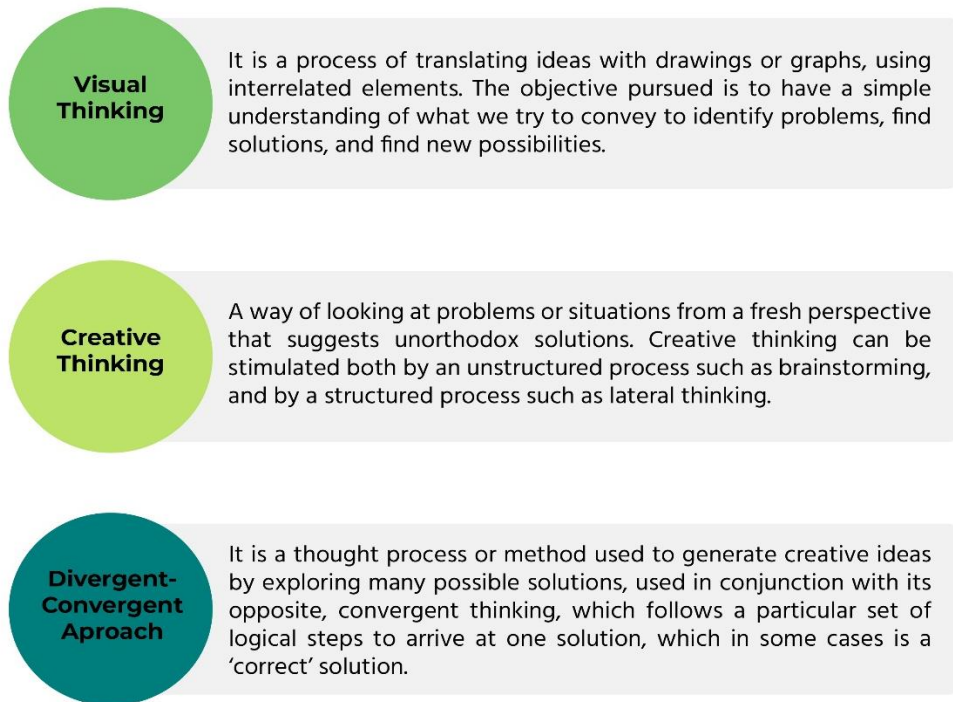
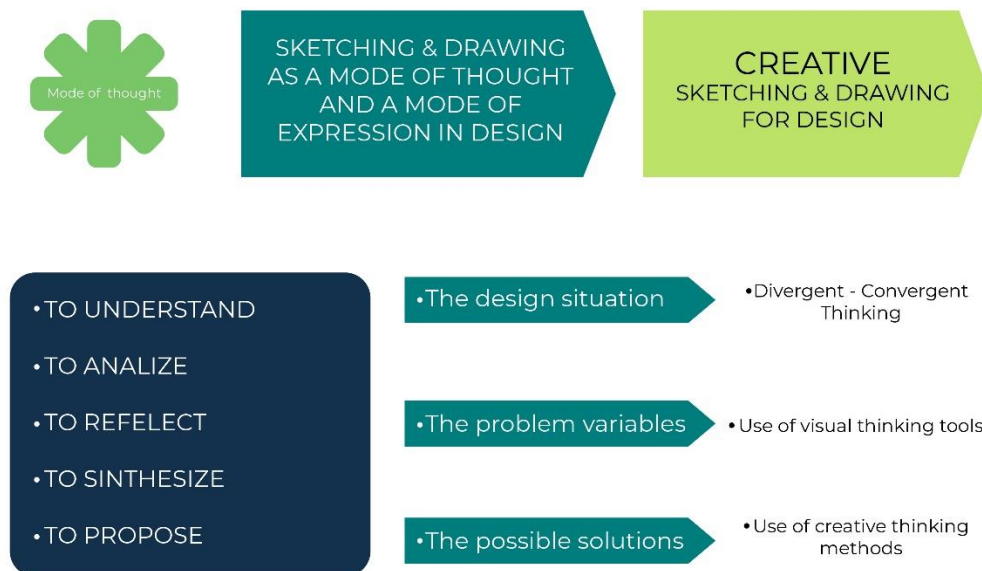


Figura 27: Ampliación y definición de los conceptos que conforman el modelo para el dibujo creativo en IDP (Sierra, 2019).

1. EL PENSAMIENTO VISUAL, como un proceso para ayudar a trasladar ideas a través de dibujos; usando elementos relacionados entre sí para su mejor entendimiento y su objetivo es mostrar de estas de manera simple; ayudando a identificar problemas, encontrar soluciones o buscar nuevas posibilidades para definir el diseño.
2. EL PENSAMIENTO CREATIVO, como un proceso que ayuda desde una perspectiva fresca, buscar soluciones desde aproximaciones no ortodoxas; en este sentido, el pensamiento creativo puede partir del uso de algunas de sus herramientas o técnicas relacionadas con el dibujo o a través de procesos más estructurados como el pensamiento lateral.

3. EL PENSAMIENTO DE DISEÑO, tomado como un proceso divergente-convergente; necesario para explorar ideas de manera creativa y buscar posibles soluciones de manera sistémica hasta determinar la respuesta correcta.

Así mismo, a partir del modelo propuesto, la gráfica presentada a continuación se puede observar como el dibujo como *“Medio de Pensamiento”* y *Medio de Expresión”* junto con los componentes de creatividad se pueden desarrollar en forma gráfica según el propósito de cada parte del proceso y la forma como se propone la conexión del pensamiento visual y el pensamiento de diseño para procesos divergente convergente para la presentación de soluciones aplicando conceptos de análisis y síntesis; buscando definir el dibujo como un modo de pensamiento y un modo de expresión; según el tipo de proyecto o el tipo de ruta metódica declarada, además permite identificar los conectores emocionales que se encuentran dentro del proceso de creación y la capacidad de definir el estilo de cada diseñador.



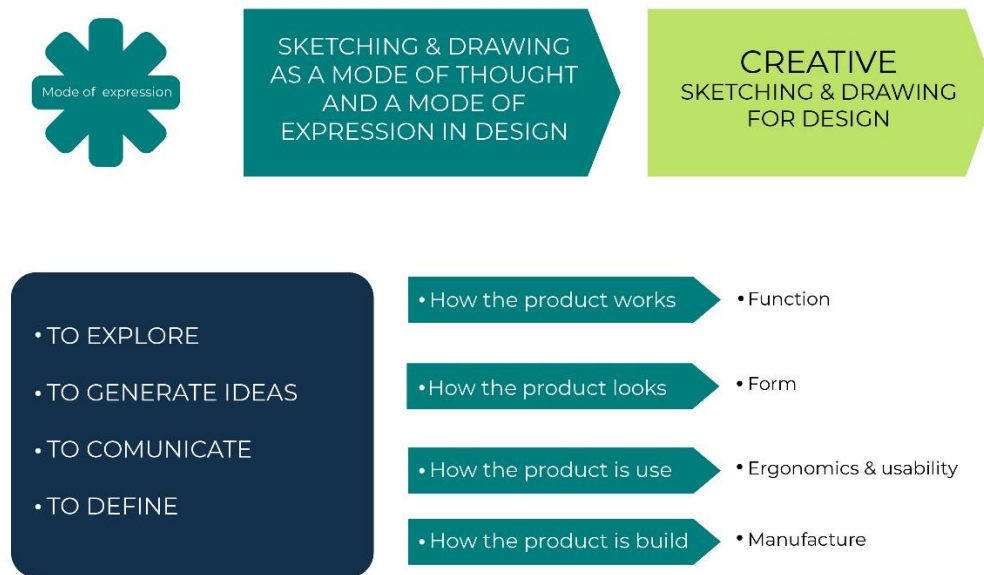
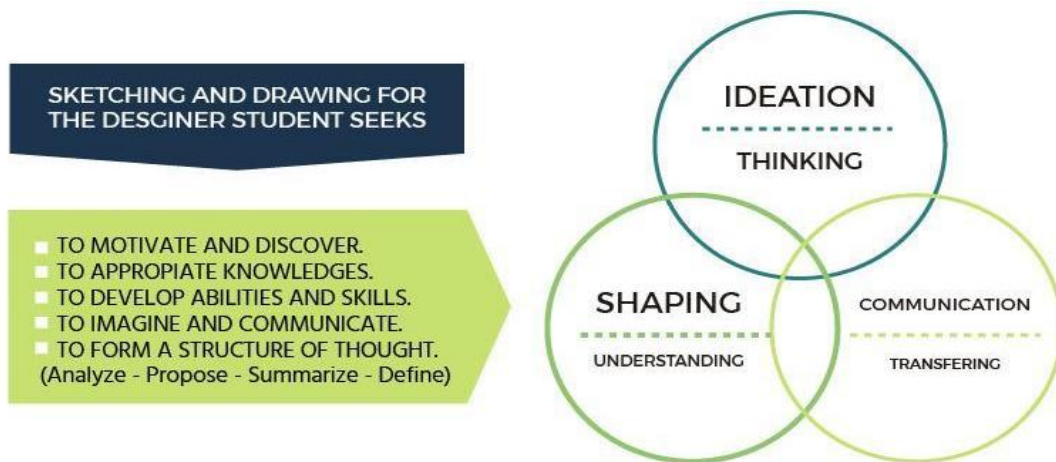


Figura 28: Segmentación del modelo para el dibujo creativo en IDP tomado como un modo de pensamiento y un modo de expresión, propuesto por el autor (Sierra, 2019).

El dibujo creativo como medio de pensamiento según el autor, permite a través de la aplicación de este, ayudar a definir dentro del proceso proyectual los detalles inherentes a la resolución del reto de diseño, es decir, tratar de responder de forma gráfica a estos cuatro aspectos fundamentales: Función, Forma, Uso y posible Manufactura:

1. Cómo el producto se desempeña de acuerdo a su función y propósito.
2. Cómo el producto luce o qué aspecto tiene de acuerdo a la intención de diseño o la estética.
3. Cómo se hace uso del producto por parte del usuario y su interacción con éste para facilitar su comprensión y adopción.
4. Cómo podría manufacturarse o ensamblarse desde su arquitectura definida, la interacción de sus componentes y sus detalles constructivos.

Por su parte, el dibujo como modo de expresión busca ayudar a clarificar tanto para el diseñador como para el observador o evaluador; la manera como se exploran las ideas y se definen los conceptos desde las formas, los volúmenes y los detalles, para comunicarlos de manera efectiva y convincente a través del uso de diferentes técnicas de expresión, luz, sombra, color, materiales y texturas.



“... **Drawing** in design is not about representation but **about thinking**. Trying to understand what you`re looking at ... The brain sends a signal to the hand sends one back and there is an **endless conversation** between them.”

MILTON GLASER

Figura 29: El dibujo como medio de expresión y pensamiento aplicado al diseño (Sierra, 2019).

Para definir como el uso de herramientas y medios digitales inciden en la aplicación del dibujo para el diseño y como complemento al modelo propuesto; y de acuerdo a los hallazgos de Pei; en la gráfica presentada a continuación se muestran las diferencias y la conexión entre los sistemas de ilustración tanto analógicos como digitales, además de la importancia del pensamiento de diseño que se desarrolla a partir del pensamiento visual y gráfico, convirtiéndose en un sustrato técnico para plataformas posteriores necesarias en la ingeniería como el paso desde los sistemas no paramétricos a sistemas de parametrización dimensional para manufactura que son fases posteriores y que no son abarcadas en el alcance del presente proyecto.

DETAIL	Manual Media	Digital Media
2D REPRESENTATIONS	2D manual media: Paper, pencils, erasers, pens, markers, charcoal, airbrush, conte crayons, gouache, water colour, geometry set consisting of compasses, dividers, rulers, protractors, set squares, stencil, templates, French curves and dandy splines, etc.	2D digital media: Keyboards, mouse, digital pens, 2D image scanners, digital tablets, computer tablet, vector graphic editors and raster graphic editors, etc.
3D REPRESENTATIONS	3D manual media: Paper, cardboard, plastic sheets, baking clay, balsa wood and rigid cellular foam, wires, epoxy resin, crafting knives, hot glue, files, sandpapers and spray paints, etc.	3D digital media: Keyboards, mouse, 3D mouse, digital pens, 3D image scanners, cybergloves, haptic force feedback devices, Solid CAD modelling, additive fabrication, subtractive fabrication and formative processes, etc.




Figura 30: Medios y herramientas utilizados para el dibujo análogo y digital de acuerdo a Pei (Sierra, 2019).

Sin embargo, existen diferentes terminologías en la literatura consultada oficial o no; y en las cuales se han acuñado diferentes términos a partir del Diseño asistido por computador o CAD; de acuerdo a su nivel de aplicación (paramétrica y no paramétrica); así como diferentes tipos de programas o softwares utilizados para el dibujo; tal como se compendia en la siguiente gráfica (Pei, 2011):



Figura 31: Medios digitales en representación visual y gráfica para el diseño (Sierra, 2019).

3.3. Métodos de ideación y creatividad relacionados con el uso del dibujo.

En el proceso de generación de propuestas de diseño el dibujo es una herramienta potente y versátil a continuación se adjunta una lista de algunos métodos creativos relacionados con el dibujo:

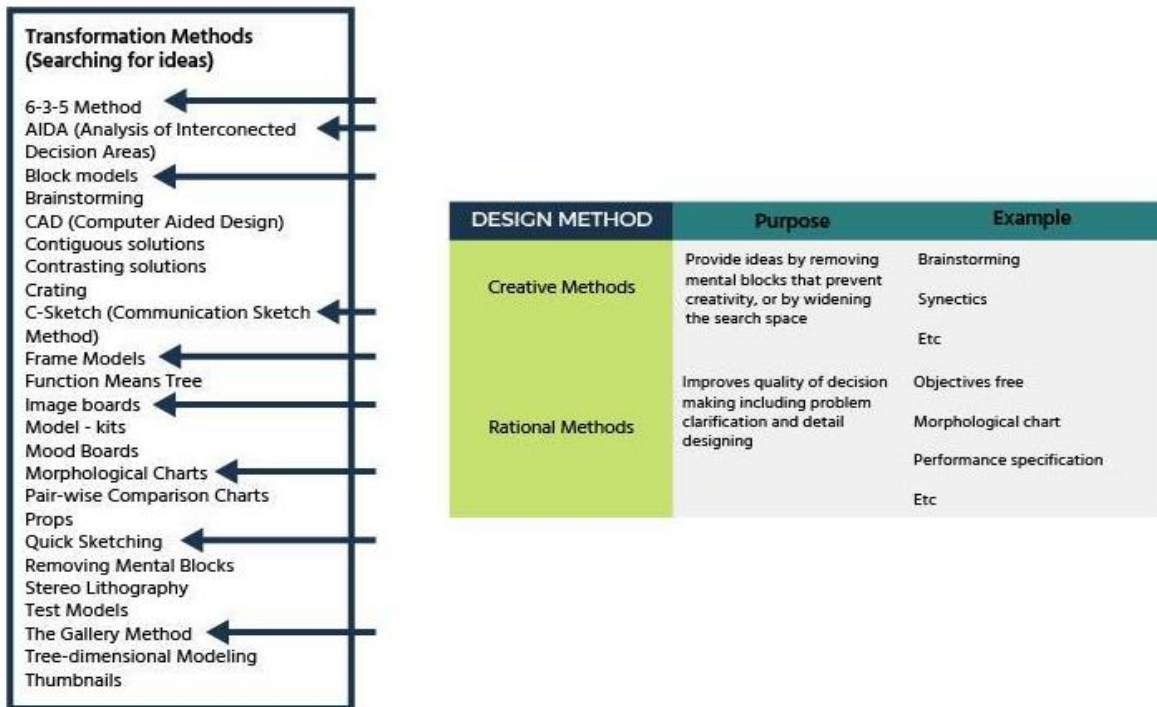


Figura 32: Segmentación de herramientas de creatividad usando el dibujo aplicado al proceso de diseño (Sierra, 2009) (Pei, Gupta, Murthy, Cross, 2009).

3.4. La evaluación en el dibujo.

Dar cuenta del estado del arte de la evaluación del dibujo para el diseño constituye un problema por varios factores: 1) es poco el material bibliográfico que se encuentra sobre la evaluación del dibujo creativo; 2) la evaluación del dibujo es muy subjetiva; 3) gran parte de los métodos de evaluación hallados se enfocan solo en la parte procedimental, es decir, las reglas; o 4) son totalmente artísticos; o 5) se enfocan en el dibujo para ingeniería o el

dibujo para la manufactura o producción (Dibujo Técnico), es decir, aquel que se rige por reglas muy claras y precisas.

El dibujo para el diseño se enmarca en el diseño de productos, que es definido por Briede-Westermeyer et al. (2014) como:

“Una actividad que puede orientar los procesos de creatividad desde la generación de las ideas hasta la materialización de un nuevo producto con el objetivo de alcanzar la diferenciación y competitividad en el mercado actual y con ello la innovación” (p. 3).

De acuerdo a esta definición, se observa que la creatividad es un componente fundamental en el diseño de productos y por ende se debe ver reflejada en el dibujo para el diseño o dibujo creativo para el diseño. Aunque se ha dicho que “el arte se corresponde con un asunto del genio innato, por lo que el aprendizaje del arte tiene un resultado limitado” (Morales, J. J., 2001, p. 206), las habilidades artísticas, incluso la creatividad, se pueden desarrollar y mejorar mediante la práctica y la evaluación.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, los modelos de evaluación encontrados en la búsqueda bibliográfica evalúan el dibujo desde dos puntos de vista completamente diferentes: son modelos o totalmente artísticos o totalmente procedimentales. Lo ideal sería implementar un método más equilibrado que evalúe ambos aspectos, es decir, que tenga en cuenta elementos cognitivos, procedimentales y actitudinales, en especial si se pretende evaluar el dibujo creativo. Sin embargo, este modelo de evaluación no se encontró en el material bibliográfico recopilado para la carrera ingeniería de diseño de producto

3.5. Revisión del proceso de diseño y el dibujo en IDP-EAFIT.

Como se mencionó con anterioridad, partiendo de los principios misionales de la universidad consolidados en el PEI, y de acuerdo al Proyecto educativo del programa (PEP)

de Ingeniería de diseño de producto de la Universidad EAFIT; el papel del dibujo dentro del proceso de formación de los futuros profesionales en este campo cabe destacar que:

Existen tres líneas de actuación dentro de las cuales se puede ubicar el trabajo del ingeniero de diseño de producto, indicadas en el PEP como:

1. Concepción y materialización de objetos (productos) propiamente dicha.
2. Gestión de los procesos de desarrollo requeridos para la obtención de estos.
3. Generación y transferencia de conocimiento en los campos de estudio propios de la profesión (p. 3).

Según la primera línea de actuación, abordada por considerarse directamente relacionada con el tema de este proyecto (el dibujo), el ingeniero de diseño de productos:

- Utiliza el diseño como parte del desarrollo o mejora de un producto.
- Utiliza el diseño como una actividad proyectual que integra, de forma coherente, los elementos formales, funcionales y estructurales del producto.
- Proporciona unidad, coherencia e individualidad al producto para darle distinción y personalidad.
- Analiza las tendencias con miras a crear nuevos productos.
- Proporciona las características necesarias al producto para que se venda por sí mismo.

Por tanto, los productos resultantes se caracterizan por:

- Interactuar directamente con los usuarios.
- Poseer un lenguaje y una estética que los diferencia, sin ser una respuesta artística.
- Ser comprensible dentro o fuera de un sistema de productos.

Es por esto por lo que la ingeniería de diseño, según Bédard (2003, citado en PEP, p. 5), se considera simultáneamente una ciencia aplicada y un arte. Mientras que Cross (2006, citado en PEP, p. 5) la define como:

“una actividad humana creadora y una forma distinta de inteligencia”, pues diseñar requiere de otras habilidades que van más allá de la parte procedimental.

De acuerdo al PEP del programa de ing. de diseño, la enseñanza del dibujo y sus asignaturas correspondientes (Dibujo para la Creación y Dibujo para la Formalización) se encuentran enmarcadas dentro del área de Diseño; tal como se puede evidenciar entre otras en el plan de estudios del programa¹²:

Igualmente, se considera la aplicación del dibujo como parte del “diseñar” o del diseño, tomado como una actividad proyectual que a pesar de tener diferentes definiciones hace parte del proceder de la disciplina (Bürdek, 2005; Cross, 2006, citado en PEP, p.9).

Considerando que en el PEP se toma el diseño desde la óptica de la ingeniería y que desde este sentido se trabaja desde la perspectiva del diseño industrial, ya que esta profesión integra en su proceso proyectual la adopción de tendencias artísticas y de la arquitectura para la concepción de productos (Quarante, 2001; Bürdek, 2005 citado en PEP, p 8), queda de manifiesto el uso y la aplicación del dibujo como componente fundamental del proceso e indispensable para la formación de los futuros profesionales.

Es así como desde la literatura relacionada con el diseño industrial, se aborda el objeto de conocimiento (producto-sistema) desde una descripción comunicacional, es decir, los objetos (productos) diseñados son además de funcionales (visión de la ingeniería), portadores de mensajes que “comunican” formas, colores, acabados y materiales; junto con las relaciones de uso por parte del usuario, permitiendo determinar el exterior del objeto.

De esta manera, de acuerdo al PEP, el cuerpo de conocimiento tradicionalmente asociado al diseño industrial que nutre el programa de Ingeniería de diseño de producto de la

¹² Fuente: <http://www.eafit.edu.co/programas-academicos/pregrados/ingenieria-diseno-producto/plan-de-estudios/Paginas/inicio.aspx>

Universidad EAFIT se encuentra compuesto por cuatro áreas principales de estudio y un área de integración de factores, a saber:

1. Área de Ingeniería y Producción.
2. Área de Diseño.
3. Área de Valores y Cultura.
4. Área de Mercadeo y Administración.
5. Área de Integración de Factores (línea de proyectos del programa).

En este sentido, no se pueden tomar las asignaturas de dibujo del programa solamente como un aporte para el desarrollo de habilidades y destrezas para la representación visual y gráfica per se (modelo de expresión), sino también en un sentido más amplio que se apoye en la línea de proyectos. Todo esto con el fin de aplicarlo como un modelo de pensamiento, de manera que en la práctica de este también permita “entender” el problema de diseño planteado desde sus inicios (Primera fase del doble diamante descrito anteriormente), ayudando de este modo a clarificar la oportunidad (Descubrir-Definir), además de su papel ya conocido, para generar ideas, explorar, desarrollar y definir posibles conceptos de producto.

Sin embargo, en las indagaciones que se llevaron a cabo para el presente trabajo con los profesores coordinadores de la línea de proyectos (Integración de Factores) del programa de IDP a través de entrevistas abiertas (Ver anexo 7: Audios entrevistas a docentes); se encontró que el uso y aplicación del dibujo en el proceso proyectual de cada proyecto, se presenta y se demanda de manera de manera manifiesta sobre todo en los primeros 3 semestres del programa (Proyectos 1,2 y 3); pero su aplicación en los proyectos del ciclo intermedio (4,5 y 6) y el ciclo profesional (7,8 y Proyecto Final), el dibujo como herramienta proyectual no tiene gran relevancia ya que en la mayoría de los casos sólo se demanda en las primeras fases (generación de ideas o alternativas de diseño); y en algunos casos, ni siquiera se considera de manera importante en los procesos de evaluación, a pesar de considerarse una habilidad o competencia básica que todo ingeniero de diseño debería

poseer. De hecho, de los docentes entrevistados, los profesores Juan Diego Ramos (Proyecto 1), Luis Patiño (Proyecto 2) y Alejandra Velásquez (Proyecto 3); incluyen el dibujo como parte de la evaluación en diversas etapas del proyecto. Hay varios factores que inciden en esto, dentro de los cuales podemos destacar:

- La mayor importancia que tienen los programas CAD para determinar las características finales en el diseño de detalle y que perciben los estudiantes y docentes como más importantes para la visualización del diseño final.
- La mayor demanda de requerimientos de ingeniería a medida que los proyectos avanzan y en los cuales elementos como la conceptualización y la creatividad se aplican en menos tiempo o quedan relegados a un papel marginal o un segundo plano.
- El desarrollo de cada proyecto a través del trabajo en equipo; el cual no permite (de manera involuntaria), que se desarrollen habilidades en representación gráfica o dibujo en todos los integrantes del grupo; presentándose una “especialización” de las actividades en cada una de las etapas del proceso proyectual; de acuerdo a las capacidades desarrolladas por cada uno de los integrantes.

Lo anterior unido a la falta de motivación e importancia que se le da a la práctica continua del dibujo por parte de los estudiantes y la poca demanda para el uso del mismo por parte del cuerpo docente; no permiten el desarrollo de éste como una competencia vital para el ingeniero de diseño en su proceso formativo.

3.5.1. Categorización de hallazgos.

El material bibliográfico recopilado permitió: estudiar y analizar los tipos de evaluación existentes, resaltando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos; detectar los problemas y las falencias que hay en la evaluación del dibujo creativo, así como en el proceso de enseñanza-aprendizaje del mismo en la educación superior; identificar los

procedimientos e instrumentos que se utilizan para evaluar a los estudiantes en el área de ingeniería de diseño o afines.

Bajo la perspectiva de este proyecto, el proceso de investigación se realizó tomando los siguientes enfoques de búsqueda, en orden de importancia como aparece en la siguiente gráfica:



Figura 33: Sistema de búsqueda de información bibliográfica para la evaluación (Sierra, 2019).

Estos componentes aportaron las bases necesarias para diseñar un modelo de evaluación orientado al dibujo creativo, que se expondrá en los numerales posteriores.

3.6. CARACTERIZACIÓN DE LAS HABILIDADES DE UN INGENIERO DE DISEÑO A NIVEL ILUSTRATIVO.

3.6.1. Habilidades Transversales y Habilidades Específicas para el Dibujo Creativo en Ingeniería de Diseño:

Para determinar y delimitar las habilidades generales y específicas para el dibujo y la graficación que debe desarrollar un Ingeniero de Diseño de la universidad EAFIT; debemos referirnos directamente a cada uno de los currículos de las asignaturas correspondientes (Ver anexos 5 y 6) y los elementos definidos como niveles de formación esperados; tal y como se detalla a continuación:

3.6.2. Objetivo de la asignatura Dibujo para la Creación:

- Dotar a los estudiantes de los conocimientos y las habilidades básicas del dibujar como modo de expresión y como herramienta para la representación y comunicación gráfica en los procesos creativos en ingeniería y diseño, mediante el desarrollo de las destrezas necesarias para ello.

3.6.3. Resultados de Aprendizaje DPC:

- Conocimiento de los fundamentos básicos de los diferentes métodos de dibujo y representación gráfica, tanto bidimensionales como tridimensionales, necesarios para su aplicación durante el proceso creativo para diseñar un producto.
- Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de dibujo manual o análogo (lápiz y papel), como digital mediante las aplicaciones del dibujo asistido por computador (tabletas digitalizadoras y lápiz digital). Nivel básico.
- Capacidad para hacer propuestas de diseño formal de conceptos de producto con técnicas expresión convencionales (marcadores, lápices de colores y tintas) y asistidas por computador o digitales (softwares especializados). Nivel básico
- Capacidad para comunicar el proceso de diseño del producto mediante el uso de dibujos de ideación y presentación mediante sketches o bocetos de investigación, exploración, explicación y presentación. Nivel básico.

3.6.4. Descripción analítica de contenidos: temas y subtemas DPC:

La asignatura Dibujo para la Creación se encuentra dividida en 4 fases, un seguimiento y un final; en las cuales se desarrollan diversos temas básicos de la siguiente manera:

FASE 1: Fundamentos para Dibujar:

- Manejo del Trazo.
- Observación y atención al detalle.
- Manejo de las Proporciones.

ENFOQUE: Entender mediante la observación, el trazo y el manejo de las proporciones como mejorar el nivel de representación y calidad del dibujo y la representación gráfica.

FASE 2: Fundamentos para el Dibujo Bidimensional (2D).

- Vistas.
- Encuadres.
- Proyecciones.
- Escalado y Acotamiento.

ENFOQUE: Entender mediante el dibujo, la visualización completa de los objetos como elementos espaciales mediante la construcción bidimensional y ortogonal.

FASE 3: Fundamentos para el Dibujo Tridimensional (3D).

- Volúmenes.
- Perspectivas.
- Remates y redondeo de Volúmenes.
- Geones y operaciones Booleanas básicas.

ENFOQUE: Entender mediante los conceptos de perspectiva y volúmenes, la construcción tridimensional de los objetos.

FASE 4: Fundamentos de Expresión Gráfica y Presentación.

- Tonificación básica.
- Color y Grey Sketching con marcadores.
- Acabados mates y brillantes.
- Principios de renderizado análogo y digital (Monitoría Wacom).

ENFOQUE: Aprender y aplicar conceptos básicos de coloreado y expresión gráfica para lograr un mejor nivel de comunicación a través del dibujo.

FASE 5: Trabajo Final- Aplicación de conocimientos.

- Aplicación y demostración de conocimientos y habilidades.

ENFOQUE: Aplicación de técnicas, procedimientos y demostración de habilidades adquiridas durante el curso.

Formatos de Evaluación:

Debido a que el curso está diseñado partiendo de un enfoque por contenidos; los formatos de evaluación consisten en un sistema de rúbricas holísticas con escala de valoración numérica, de acuerdo a las habilidades y destrezas desarrolladas en cada una de las fases del curso (Ver anexo: Rúbricas de evaluación Dibujo PLC), a saber:

- 1- Capacidad de observación y atención a los detalles.
- 2- Calidad del trazo y seguridad del mismo.
- 3- Manejo de las proporciones y la composición.
- 4- Construcción del dibujo en proyecciones y perspectivas.
- 5- Capacidad para dar expresión y color.
- 6- Capacidad creativa para generar ideas y resolver detalles.
- 7- Compromiso con el curso y la presentación de trabajos.

3.6.5. Objetivo de la asignatura Dibujo para la Formalización:

- Dotar a los estudiantes con los conocimientos necesarios para fomentar el desarrollo de habilidades más avanzadas en el “dibujo para el diseño”; mediante el uso del mismo como modo de expresión y modo de pensamiento desde lo cognitivo, procedimental y actitudinal, que permita como herramienta proyectual; llevar a cabo la representación visual de un proceso de diseño ordenado, la capacidad de generar ideas novedosas y la habilidad de comunicar de manera adecuada los conceptos de productos con técnicas tanto análogas como digitales.

3.6.6. Resultados de Aprendizaje DPF:

- Conocimiento de fundamentos avanzados en los diferentes métodos de dibujo, bocetado, expresión y comunicación, tanto bidimensionales como tridimensionales, necesarios para su aplicación durante el proceso creativo para diseñar un producto.
- Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de dibujo manual o análogo (lápiz y papel), como digital mediante las aplicaciones del dibujo asistido por computador (tabletas digitalizadoras y lápiz digital). Nivel medio.
- Capacidad para hacer propuestas de diseño a nivel de detalle para conceptos de producto con técnicas expresión convencionales (marcadores, lápices de colores y tintas) y asistidas por computador o digitales (softwares especializados). Nivel medio.
- Capacidad para comunicar el proceso de diseño del producto mediante el uso de dibujos de ideación y presentación mediante sketches o bocetos de investigación, exploración, explicación y presentación. Nivel medio.

3.6.7. Descripción analítica de contenidos: temas y subtemas DPF:

La asignatura Dibujo para la Formalización presenta una planificación por objetivos de aprendizaje en vez de contenidos temáticos; lo que permite el desarrollo de habilidades de análisis y síntesis desde los aspectos: cognitivo, procedimental y actitudinal; enmarcadas en tres módulos y un trabajo final:

MÓDULO 1: Desarrollo de Habilidades Creativas y de Conceptualización.

- Dibujos Exploratorios en 2D y 3D.
- Técnicas de conceptualización a través del sketch.
- Análisis Formal y Funcional a través del sketch 2D.
- Aplicación de referentes formales.
- Control de forma y composición a través del dibujo.

MÓDULO 2: Desarrollo de Habilidades Analíticas y Explicativas.

- Dibujos Explicativos y de definición de detalles.
- Construcción de perspectivas convergentes.
- Construcción volumétrica con superficies simples.
- Construcción volumétrica con superficies complejas.
- Aplicación de figura humana y contexto.
- Usabilidad y secuencias de uso.

MÓDULO 3: Desarrollo de Habilidades de Síntesis y Comunicación.

- Dibujos Persuasivos y de presentación.
- Representación de materiales y acabados 1.
- Representación de materiales y acabados 2.
- Representación de materiales y acabados 3.
- Coherencia Formal y Familia de Productos.
- Técnicas de presentación para proyectos.

MÓDULO 4: TRABAJO FINAL- Aplicación de conocimientos y habilidades.

- Aplicación y demostración de conocimientos y habilidades desarrolladas durante el curso; mediante un “Rápido de Diseño”, a partir de resolver una necesidad y aplicando al proceso proyectual todos los tipos de dibujos involucrados en éste. (exploratorios, ideación, explicativos y persuasivos).

Formatos de Evaluación:

Los formatos de calificación establecidos para el curso, de acuerdo a sus objetivos de aprendizaje por desarrollo de competencias, habilidades y destrezas a nivel medio; es a través de un sistema de Rúbricas tanto analíticas (Parciales) como holísticas (Seguimiento); aplicables para cada uno de los módulos de la asignatura. Todas ellas disponibles a través de EAFIT Interactiva.

Por su parte las rúbricas holísticas usadas para el seguimiento califican a través de una valoración numérica con criterios de evaluación transversales para cada una de las entregas (Seguimientos); buscando evaluar en un nivel avanzado lo siguiente:

- 1- Capacidad de observación.
- 2- Calidad del trazo y seguridad de este.
- 3- Manejo de las proporciones y la composición.
- 4- Construcción del dibujo en proyecciones, perspectivas y volúmenes.
- 4- Capacidad para dar expresión y color.
- 5- Compromiso con el curso y la presentación de trabajos.

3.7. DISEÑO DE LA HERRAMIENTA EVALUATIVA.

En el proceso de elaborar o diseñar herramientas evaluativas se requiere primero definir los criterios que permitirán valorar con precisión las habilidades, destrezas o características

de aquellos aspectos que necesitamos evaluar. Instrumentos como las rúbricas, las listas de control y las escalas son herramientas que pueden ayudar con muchos de los problemas de objetividad en una evaluación del desempeño. Veamos:

3.7.1. Que es una rúbrica y cómo funciona:

Las rúbricas son guías de evaluación para desempeño que ayudan a describir el grado en el cual un estudiante ejecuta un proceso o un producto (Díaz, F. Y Barriga, A. 2002).

Las características más importantes de las rúbricas como instrumentos de evaluación son:

- Se basan en criterios de desempeño claros y coherentes.
- Se usan para evaluar los productos y los procesos de los Estudiantes
- Describen lo que será aprendido, no cómo enseñar.
- Son descriptivas, rara vez numéricas.
- Ayudan a los estudiantes a supervisar y evaluar su trabajo.
- Reducen la subjetividad en la evaluación y parametrizan los niveles de los estudiantes.

Según el autor citado, son ocho los pasos por diseñar y usar las rúbricas; los cuales se presentan a continuación (Díaz, F. Y Barriga, A. 2002):

1. Seleccionar un proceso o producto a enseñar.
2. Identificar los criterios de desempeño para el proceso o el producto.

Los siguientes son algunos criterios que considerar para evaluar las respuestas:

- Respuestas completas y adecuadas.
- Respuestas apoyadas con información de otras lecturas.
- Respuestas que incluyen citas directas.

- Respuestas que contienen enunciados variados y detallados.
 - Redacción, Ortografía, mayúsculas y puntuación apropiadas.
3. Decidir el número de niveles de clasificación para la rúbrica, usualmente de tres a cinco. Para el caso (Dibujos), se proponen cinco niveles.
4. Redactar la descripción de los criterios de ejecución en el nivel superior:
- Excelente: Respuestas que son muy completas y adecuadas. La mayoría de las respuestas están apoyadas con información específica de las lecturas e incluyen citas directas. La estructura de los enunciados es variada y detallada. Los aspectos mecánicos de la escritura son apropiados, incluyendo la ortografía, el uso de mayúsculas y la puntuación.
5. Formular la descripción de los criterios de ejecución en los niveles restantes:
- Bueno: las respuestas son regularmente completas y adecuadas. Dichas respuestas están apoyadas con información específica de las lecturas. La estructura de los enunciados es variada. Los aspectos mecánicos de la escritura son generalmente correctos, incluyendo ortografía, uso de mayúsculas y puntuaciones.
 - Regular: Las respuestas son de parcial a completamente adecuadas. Estas respuestas requieren estar apoyadas con más información específica de la lectura. La estructura de los enunciados es variada. Los aspectos mecánicos de la escritura precisan de mejoras en lo que respecta a la ortografía, el uso de mayúsculas y la puntuación apropiada.
 - Deficiente: las respuestas son inadecuadas o apenas esbozadas. La estructura de los enunciados con frecuencia es incompleta. Los aspectos mecánicos de la escritura requieren de una mejora significativa.
6. Comparar el desempeño de cada estudiante con los cuatro niveles de ejecución.
7. Seleccionar el nivel de ejecución que describe mejor el desempeño de cada estudiante.

8. Asignar a cada alumno un nivel de ejecución.

Un aspecto importante en el uso y diseño de las rúbricas como herramienta de evaluación está en la definición de los niveles de ejecución. Para poder establecer niveles de desempeño apropiados se requiere que los criterios estén claramente establecidos, y que a partir de ellos se vayan definiendo modos graduales en que éstos puedan manifestarse, desde un estado inferior en que no sea posible cumplirlos hasta un estado superior en que se satisfagan adecuadamente (compárese al respecto los cuatro niveles de ejecución del ejemplo, por los criterios que expresan). Como se señala en los pasos 4 y 5, los criterios de ejecución definidos en los objetivos pueden ser identificados por medio de una ejecución “completa o experta” (compuesta de varios criterios de ejecución) a la que se quiere llegar, y a partir de ahí se pueden ir graduando diferencias en la forma de ejecutarlo de modo que se identifiquen avances y progresos en los procesos y/o los productos del desempeño que interesa evaluar (Díaz, Barriga, 2002).

3.7.2. Tipos de Rúbrica.

Existen dos métodos básicos de evaluar con rúbricas: holístico y el analítico (Díaz, F. Y Barriga, A. 2002). El holístico se emplea sobre la ejecución completa de un alumno usando todos los criterios de ejecución (en el ejemplo anterior se aplicó una evaluación de tipo holística). En cambio, la evaluación analítica se utiliza para valorar a partir de cada criterio de ejecución señalado en las rúbricas; es decir, cada criterio de forma separada usando los diferentes niveles de ejecución ya determinados. Por ejemplo, en el caso de los primeros criterios puestos en el ejemplo, una forma de evaluar analíticamente sería:

Primer criterio Respuestas completas y adecuadas 4 o completamente 3 o generalmente 2 o parcialmente 1 o incipientemente 0 o rara vez.

Segundo criterio Respuestas apoyadas con información de lecturas A o generalmente B o parcialmente C o casi nunca Nótese que para cada criterio es posible utilizar niveles con

código alfabético, numérico o descriptivo. cómo se observa en la tabla siguiente se ven los descriptores básicos según Barriga:

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">6. Lo hace ejemplarmente5. Lo hace excelentemente4. Lo hace notablemente3. Lo hace correctamente2. Lo hace con algún error1. Lo hace con errores sustanciales0. No lo hace |
|--|

Tabla 3: Ejemplos de descriptores de una rúbrica holística Fuente: (Díaz, F. Y Barriga, A. 2002).

Las rúbricas analíticas por su parte están diseñadas de manera específica para cada una de las entregas, con sus respectivos descriptores de acuerdo a niveles numéricos y porcentajes de valoración (Parciales + Final); buscando evaluar la capacidad de respuesta en el desarrollo de los siguientes conocimientos y habilidades tanto primarias como complementarias:

- 1- Capacidad para desarrollar habilidades Creativas y de Conceptualización
- 2- Capacidad para desarrollar habilidades Analíticas y Explicativas o descriptivas
- 3- Capacidad para desarrollar habilidades de Síntesis y Comunicación
- 4- Capacidad para desarrollar habilidades analíticas y de síntesis en cada uno de los temas del curso

Para finalizar, las rúbricas pueden ayudar tanto a docentes como estudiantes de las siguientes formas (Díaz, F. Y Barriga, A. 2002):

Docentes:

- Especifica criterios para enfocar la instrucción, así como la evaluación de los alumnos.

- Incrementa la consistencia de sus evaluaciones.
- Cuentan con argumentos para la evaluación debido a criterios y niveles de desempeño claros.
- Provee descripciones del desempeño del alumno que sean informativas para los alumnos.

Estudiantes:

- Clarifica las tareas de desempeño que son importantes.
- Puntualiza lo que es importante en un proceso o un producto.
- Favorece la autorregulación de sus aprendizajes.
- Motiva la autoevaluación de sus desempeños.
- Favorece la evaluación mutua con otros compañeros.
- Provee descripciones informativas de su desempeño.

Por otro lado, las Listas de control o verificación y las escalas de valoración numérica aplicadas juntamente con las pruebas de desempeño, pueden utilizarse para realizar observaciones de distinto tipo, e igualmente como recursos para dirigir la atención a los aspectos relevantes de la evaluación (Herman y Cols. 1992; TenBrink, 1993).

Las rúbricas, pueden servirle al docente para determinar el grado de adecuación con que las ejecuciones involucradas en las tareas o situaciones de prueba que están siendo realizadas por los aprendices.

3.7.3. Otras herramientas de evaluación del desempeño.

A continuación, se presentan otros instrumentos o herramientas evaluativas que se consideraron como parte del proceso de investigación para el presente trabajo:

1. Listas de Control: Éstas son instrumentos diseñados para estimar la presencia o ausencia de una serie de características o atributos relevantes en la ejecución (por ejemplo, el

manejo de un instrumento, producción escrita, aplicación de una técnica quirúrgica, etcétera) y/o en el producto (dibujos, producciones escritas, diseños gráficos, etcétera) realizados por los alumnos. Para construir una lista de control se necesitan realizar cuatro pasos básicos:

- a). Elaborar un listado de las dimensiones relevantes de los procedimientos, habilidades, etcétera, y/o productos a observar (deben considerarse los criterios señalados en los objetivos pedagógicos).
- b). Conviene añadir algunos errores típicos en la lista (Ver tabla 4).
- c). Establecer un orden lógico esperado con base en la aparición y secuencia de las actividades involucradas en la ejecución; el orden puede no ser tan estricto para el caso de la evaluación de productos.
- d). Organizar y dar presentación a la lista de tal manera que se facilite su uso. Se recomienda además que la lista de control no sea muy extensa, que los ítems sean enunciados con claridad y se centren en aspectos relevantes, y que se dejen espacios entre reactivos, para añadir algunos comentarios adicionales posibles sobre la naturaleza de la acción o del procedimiento realizado y/o del producto final.

Procedimiento	Registre si se observa	Comentarios
Tipo de estrategia seleccionada		
Utilización correcta del equipo		
Medición adecuada		
Solicita ayuda a sus compañeros si es necesario		
Registra sus observaciones		
Limpieza despues del experimento		

Tabla 4: Ejemplo lista de control Fuente: Díaz, F. Y Barriga, A. (2002).

Si bien las listas de control permiten obtener información útil sobre la presencia o ausencia de determinados atributos de las ejecuciones o productos, no proporcionan información de naturaleza cualitativa sobre la forma en que han sido realizadas.

2. Escalas: Las escalas aportan alternativas para la solución de problemas. Podemos definir las escalas como instrumentos que permiten establecer estimaciones cualitativas dentro de un continuo sobre ejecuciones o productos realizados por los alumnos.

Dentro de las escalas se pueden distinguir varios tipos: escalas formales de actitudes (Likert, Thurstone, Guttman), escalas tipo diferencial semántico, escalas de estimación y escalas de producción escolar (Bisquerra, 1989). Cada una de ellas tiene importantes aplicaciones en los escenarios educativos; aunque sin duda son relevantes las dos últimas. Su elaboración es, por supuesto, más compleja que la de las listas de verificación, aunque pueden seguirse básicamente los mismos pasos necesarios para el diseño de éstas.

3.7.4. Las rúbricas para procesos de evaluación de diseño.

¿Qué es una rúbrica? ¿Por qué y cómo se utiliza? ¿porqué usar rúbricas para evaluar procesos de dibujo en diseño?

Una rúbrica es un instrumento cuya principal finalidad es compartir los criterios de realización de las tareas de aprendizaje y de evaluación con los estudiantes y entre los docentes. En el proceso del dibujo es importante que el estudiante tenga parámetros para evaluar su trabajo y la calidad de sus entregas desde un punto de referencia sólido.

Un factor determinante de usar rúbricas para trabajar procesos de dibujo es que ayuda a autoevaluarse y a ajustar con claridad el desempeño realizado sobre referentes medibles y alcanzables. la parametrización de la evaluación permite segmentar detalles que son imposibles de realizar con otra forma de evaluación.

La rúbrica tiene sus orígenes en escalas de medida utilizadas en los campos de la psicología y de la educación, donde se relaciona un objeto cualitativo (por ejemplo, un texto) con objetos cuantitativos (por ejemplo, unas unidades métricas).

Según lo que se pretenda evaluar, las rúbricas pueden ser holísticas (no separa las partes de una tarea) o analíticas (evalúa cada parte de una actividad o de un conjunto de actividades). La siguiente tabla muestra una rúbrica de tipo holístico donde se ha graduado globalmente una tarea cualquiera; las más conocidas son las empleadas por Guttman, Likert o Thurstone (Díaz, F. Y Barriga, A. 2002).

Con relación a...	0	1	2	3	4	5	6
Estructura	No lo hace	Lo hace con errores sustanciales	Lo hace con algún error	Lo hace correctamente	Lo hace notablemente	Lo hace excelentemente	Lo hace ejemplarmente
Contenido	No lo hace	Lo hace con errores sustanciales	Lo hace con algún error	Lo hace correctamente	Lo hace notablemente	Lo hace excelentemente	Lo hace ejemplarmente
Aspectos formales	No lo hace	Lo hace con errores sustanciales	Lo hace con algún error	Lo hace correctamente	Lo hace notablemente	Lo hace excelentemente	Lo hace ejemplarmente

Tabla 5: Ejemplo lista de una rúbrica analítica Fuente: Díaz, F. Y Barriga, A. (2002).

Las escalas empleadas en las tablas anteriores son descriptivas: consisten en textos que afirman o niegan la realización de las tareas. Sin embargo, las tareas también pueden ser numéricas; por ejemplo: • 1 = reprobado • 2 = aprobado • 3 = notable • 4 = excelente

También pueden ser elaboradas de manera gráfica, si los criterios se determinan por conceptos y estos aparecen reforzados por algún tipo de grafía (incluso fotografías o vídeos), como vemos en la siguiente tabla:

Tabla 3. Ejemplo de rúbrica gráfica		
		
Nada	A veces	Frecuentemente

Tabla 6: Ejemplo lista de una rúbrica holística gráfica Fuente: Díaz, F. Y Barriga, A. (2002).

De esta manera, las rúbricas se pueden aplicar en todos los niveles y ámbitos educativos: desde la utilización solo de símbolos en etapas de prelectura hasta la evaluación, por ejemplo, de un proyecto de innovación según los autores. Por consiguiente, la rúbrica es un potente instrumento para la evaluación de cualquier tipo de tarea, pero hay que destacar especialmente su valor para evaluar tareas únicas y tareas de la vida real.

En este sentido, se manifiestan como un instrumento idóneo para evaluar competencias, pues permiten diseccionar las tareas complejas que conforman una competencia, en tareas más simples distribuidas de forma gradual y operativa. La rúbrica muestra expectativas que se deben alcanzar y las diferentes actividades con relación a los distintos grados de consecución.

Esto facilita que el estudiante sea consciente de hasta dónde llegan sus aprendizajes y cuál es el máximo nivel deseable. Es un instrumento que, desde un principio y durante todo el proceso, permite compartir los criterios que se aplicarán para evaluar el progreso en un marco de evaluación formativa y continuada.

Así mismo, éstas reducen la subjetividad de la evaluación y facilitan que docentes de una misma asignatura se coordinen y compartan criterios de evaluación unificados. Por otro lado, permite al estudiante monitorear su propia actividad, auto evaluándose y favoreciendo la responsabilidad ante los aprendizajes.

El uso de la rúbrica facilita una retroalimentación casi inmediata, puesto que permite acortar sustancialmente el tiempo de retorno al ofrecer unos resultados cuantitativos y cualitativos basados en estándares conocidos previamente al desarrollo de la tarea. La

capacidad de que cada estudiante sea juez de la calidad de su propio trabajo ha de constituir, según estos autores, una competencia a promover en la educación superior por considerarse la base para aprendizajes futuros.

Evidencias científicas respecto a los beneficios y validez del uso de rúbricas.

Existen numerosas aportaciones acerca de cómo una mayor comprensión de los criterios de evaluación genera un mejor rendimiento académico tanto en educación básica (Fuchs & Fuchs, 1986) como en educación superior (O'Donovan, Princes & Rust, 2001; Rust, Princes & O'Donovan, 2003; O'Donovan, Princes & Rust, 2001; 2004).

Resulta interesante el análisis que realizan de los diversos criterios (la participación de los estudiantes posee alta relación con el rendimiento, mientras que la tecnología empleada posee el índice de correlación más bajo, hallazgos que enfatizan la importancia de la dinamización que realizan los tutores y de la interacción que generan).

Hallan también una alta fiabilidad entre evaluadores en los puntajes de la rúbrica, puesto que en todos los cursos los resultados son consistentes. Un tercer resultado que merece la pena resaltar es la necesidad de formar a los estudiantes en el uso de la rúbrica, explicando claramente los criterios con el fin de reducir las variaciones en la comprensión de los mismos por parte de los estudiantes. Tres años después Jonsson & Svingby (2007) consideran que usualmente se señala que la rúbrica sirve para juzgar competencias complejas y que aumenta la consistencia de las puntuaciones.

Tras considerar las dificultades en la definición de la rúbrica (aludiendo a los estudios de Hafter & Hafner, 2003) y tras caracterizar las rúbricas como instrumento vinculado a la evaluación auténtica, realizan un análisis de los 75 artículos (en su mayoría posteriores al año 2000, pertenecientes a diversas revistas y relativos a todas las etapas educativas) y estudian la fiabilidad y la validez de los hallazgos.

Para el diseño de estas en las asignaturas de dibujo del programa de IDP de la universidad EAFIT; es importante recalcar que la transición hacia el sistema de rúbricas se ha realizado

de forma progresiva y evaluando los resultados semestre a semestre (Ver Anexo 10: encuestas de evaluación del curso DPF) y analizando las mejoras más representativas en la calidad de los dibujos y la comprensión de cómo evaluar a los estudiantes y cómo autoevaluarse. Para el proceso de las rúbricas y su implementación se ha probado durante 4 semestres (2016 y 2017) y se han desarrollado soluciones interesantes como aplicativos de calificación e impresión de las rúbricas.

3.8. NECESIDAD DE CREAR UNA HERRAMIENTA EVALUATIVA PARA EL DIBUJO.

Como ya se expuso al inicio del presente trabajo, el análisis del sistema de evaluación para el Dibujo Creativo en el programa ingeniería de diseño de producto en la universidad Eafit en experiencia del autor, empieza en el año 2007 cuando se toma la decisión de conformar dos asignaturas para fomentar el uso del dibujo (antes solo existía una asignatura) y a partir de diferentes experiencias que se desarrollaron durante varios semestres y años; durante los cuales la constante desde la perspectiva evaluativa eran los reclamos por notas y las solicitudes de segundo calificador al final de cada semestre; se determinó a partir de 2012 con el Proyecto Wacom; aprovechar la oportunidad para reevaluar el modelo de evaluación y unificarlo a la luz de la implementación de un nuevo modelo pedagógico apoyado igualmente con la implementación de las nuevas tecnologías para la asignatura.

Semestre 01	Semestre 02
BU0010 Inducción CR0 UM: 0	CM0230 Cálculo I CR3 UM: 4
Contenidos	Contenidos
BU0011 Bienestar universitario CR1 UM: 1	ID0243 Proyecto 2 CR4 UM: 5
Contenidos	Contenidos
CM0233 Modelación matemática CR2 UM: 4	ID0244 Dibujo para la formalización CR3 UM: 4
Contenidos	Contenidos
DF0238 Física conceptual CR3 UM: 4	ID0245 Modelación 3d 1 CR1 UM: 4
Contenidos	Contenidos
ID0240 Proyecto 1 CR4 UM: 5	ID0246 Mecánica del artefacto CR2 UM: 5
Contenidos	Contenidos
ID0241 Dibujo para la creación CR3 UM: 4	ID0247 Modelos CR2 UM: 5
Contenidos	Contenidos
	Prerequisitos: Prueba idioma, Control 1 @Parera

Figura 34: Distribución de las asignaturas dedicadas al dibujo en IDP desde 2008 (Sierra, 2019).

El proceso de evaluación de las asignaturas se realizaba de manera apreciativa y sin un estándar oficial que permitiera evaluar de forma objetiva el dibujo creativo, o quedaba a discreción del docente determinar su manera de realizar la evaluación; lo que presentaba inconvenientes con los estudiantes y los mismos docentes; además de los casos que se mencionaron en el párrafo anterior; todos ellos derivados de un sistema de evaluación apreciativo y en ocasiones no unificado.

3.8.1. Los conceptos y técnicas de expresión de ideas en la Universidad EAFIT.

El proceso de diseño en la universidad Eafit, está basado en la metodología planteada por Pahl y Beitz y por Ulrich y Eppinger, es una metodología en la que la información recopilada ha sido principalmente a través de especificaciones escritas y este mismo procedimiento ha creado un mayor énfasis en las aspectos escritos y textuales del proyecto, ubicando en un

segundo plano el dibujo como generador de ideas y buscador de soluciones. Lo anterior ha delimitado de forma dramática el tiempo de aplicación del dibujo en el proceso creativo, es decir, la fase de diseño del concepto se ha convertido en la única fase en la que se aprovecha el dibujo y sólo para la generación de ideas.

3.8.2. Hallazgos en el proceso de evaluación previa a las rúbricas.

Como se mencionó en un principio; para este proyecto se desarrolló un grupo de trabajo y se analizaron en sesiones de trabajo los problemas más evidentes que se presentó en la gráfica o matriz causa-efecto y con los problemas que se tenían detectados a partir de ahí, buscar oportunidades de mejora como se mencionó ampliamente al inicio del trabajo. adicionalmente se analizaron los hallazgos de los estudiantes Juan Felipe y Luis Bernardo Pérez en su análisis de las causas que ocasionan un bajo nivel de dibujo en los estudiantes de ingeniería de diseño de producto.



Figura 35: Matriz de hallazgos sobre los problemas del dibujo en IDP (Grupo primario, 2013).

3.8.3. Listado oportunidades y deficiencias encontradas.

a. Componente estudiante:

En los hallazgos se encontró que existe de parte del estudiante una actitud negativa y baja tolerancia al fracaso con el manejo del dibujo a mano, y falta de disciplina y perseverancia en la práctica continua del dibujo, el segundo elemento fuerte es el el uso de gráficos digitales y el uso de plataformas CAD lo que reduce la afinidad con los procesos de dibujo.

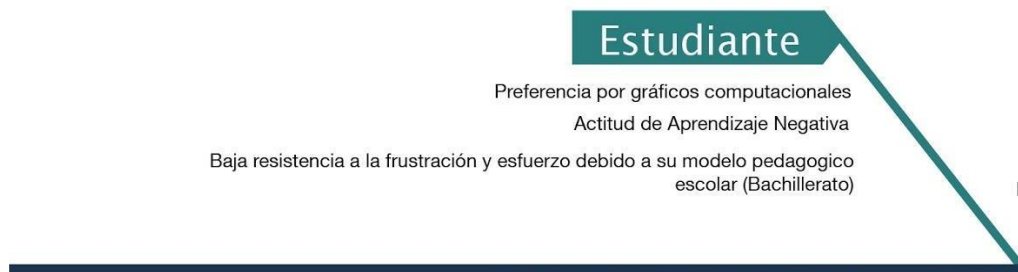


Figura 36: Segmentación de hallazgos en los estudiantes (Grupo primario, 2013).

Oportunidades de mejora: En el proceso de formación se busca incentivar el uso del dibujo creativo para fortalecer procesos de diseño, y generar confianza en el uso de herramientas gráficas para presentar y desarrollar ideas. Esto se logra desde las estrategias de implementación de espacios de formación en dibujo digital y sistemas de estándar entre los grupos profesoraes para trabajar en pro de un lenguaje común y aplicado. En el caso del dibujo digital se busca mejorar la capacidad de expresión aprovechando la preferencia por las herramientas digitales, ya que ofrece la repetitividad de muchísimos bocetos a una velocidad y calidad más alta. Éstas al dibujar, permiten la corrección de muchos errores que en el sistema análogo obligarían a repetir el dibujo.

Las herramientas digitales para el dibujo permiten mostrar diferentes familias de dibujos que son necesarios para expresar ideas en el proceso de diseño, por lo que facilitan los

procesos de divergencia que no son ágiles en plataformas CAD ya que un sistema paramétrico restringe características que solo pueden ser presentadas en dibujos rápidos y expresivos. Es necesario que los ingenieros de diseño utilicen el dibujo como un elemento potenciador que posteriormente podrá ser depurado en el sistema CAD en una etapa posterior y convergente del proceso de diseño.

El dibujo debe convertirse en un generador de confianza en el ingeniero de diseño, los paradigmas que existen en el proceso que hacen que se tengan miedo al fracaso y a ser juzgados de forma negativa al presentar las ideas en dibujos expresivos, genera reacciones como bloqueos, frustraciones y el bajo uso de la herramienta. Para corregir esta apreciación acerca del dibujo, se ha realizado un trabajo colectivo en el cuerpo profesoral que busca incrementar la confianza en el uso del dibujo y la claridad sobre la importancia de la herramienta además incentivar la confianza y el disfrute del mismo y de gran importancia para el lenguaje del diseñador.

b. Componente profesor:



Figura 37: Segmentación de hallazgos en los profesores (Grupo primario, 2013).

En los hallazgos se encontró que existe una necesidad de analizar de forma objetiva la formación y la experiencia de los docentes del área y la forma de relacionarse con los estudiantes. Inicialmente se visualizaba que existía una percepción en los estudiantes que la evaluación desde los docentes no era objetiva y la calificación de los trabajos se percibía como ejercicios apreciativos subjetivos.

Oportunidades de mejora: en el proceso de selección del cuerpo profesoral se realizaron análisis de la experiencia haciendo énfasis en su relación con los conceptos del dibujo aplicado al diseño. y al realizar sistemas de evaluación y calificación paramétricos y estándar se incrementa la confianza y la transparencia del proceso de cara al estudiante donde se busca incentivar el uso del dibujo creativo para fortalecer procesos de diseño, y generar confianza en el uso de herramientas gráficas para presentar ideas.

c. Componente entorno:

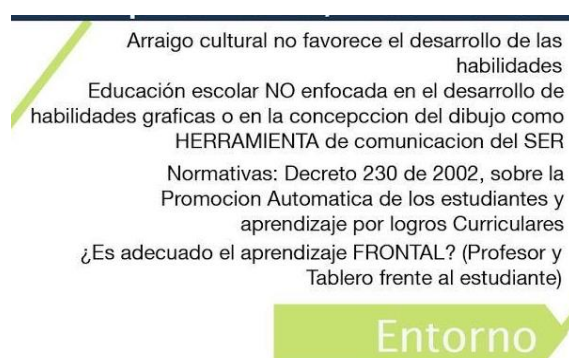


Figura 38: Segmentación de hallazgos en el entorno (Grupo primario, 2013).

En los hallazgos se encontró que los estudiantes en su transición desde el bachillerato vienen de niveles de formación donde no existe una forma balanceada de formación en habilidades gráficas para la comunicación de ideas y existe la creencia arraigada que el dibujo es solo una habilidad artística o técnica no una herramienta de comunicación potente y disruptiva. Además, los sistemas de evaluación en secundaria no permiten el refinamiento de habilidades de manera sistemática y disciplinada. Los sistemas de autoevaluación que se encuentran en un sistema que no genera confianza en el uso de habilidades para transmitir ideas es dependiente de la formación y la experiencia de los docentes del área y la forma de relacionarse con los estudiantes.

Oportunidades de mejora:

En el proceso de selección del cuerpo profesoral se realizaron análisis de la experiencia haciendo énfasis en su relación con los conceptos del dibujo aplicado al diseño y al realizar sistemas de evaluación y calificación paramétricos y estándar se incrementa la confianza y la transparencia del proceso de cara al estudiante donde se busca incentivar el uso del dibujo creativo para fortalecer procesos de diseño, y generar confianza en el uso de herramientas gráficas para presentar ideas. un sistema de evaluación que se centra en indicadores de logro es un sistema que se adapta con los estudiantes recién egresados de los colegios ya que una rúbrica permite una evaluación más parecida a lo que vienen acostumbrados.

d. Componente tecnológico:



Figura 39: Segmentación de hallazgos en la variable tecnología (Grupo primario, 2013).

En los hallazgos se encontró que existe una necesidad de rehabilitar las aulas de dibujo ya que estaban diseñadas no sólo para el dibujo análogo; sino, además para áreas como geometría descriptiva y dibujo técnico, lo cual limitaba los espacios para el dibujo creativo. Era también evidente la necesidad de elementos para el dibujo digital como tabletas digitales, lápices de dibujo electrónicos y software. Los ejercicios de dibujo creativo para ingeniería requieren instalaciones con más movilidad y que permitan realizar dibujos en diferentes configuraciones o de manera grupal, según sea el caso.

Oportunidades de mejora:

Se encontró que era objetivo realizar modificaciones en el espacio de formación con muros de intervención y mesas apropiadas para utilizar herramientas tecnológicas como tabletas y lápices digitales. Actualmente al finalizar este trabajo es posible buscar una segunda transformación de los espacios donde el mobiliario permite mayor movilidad y modularidad para reorganizarlos según la necesidad percibida para incrementar el trabajo colectivo y el uso de herramientas gráficas. Estas instalaciones requieren de mejoras que permitan desarrollar estrategias constructivistas que incentiven el uso de herramientas gráficas de forma grupal a partir de retos.

e. Componente Método:

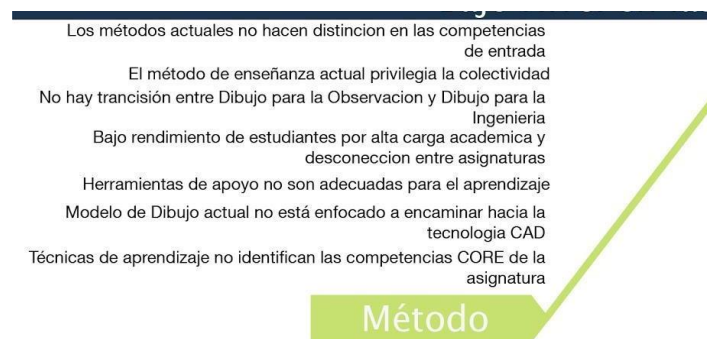


Figura 40: Segmentación de hallazgos en el método (Grupo primario, 2013).

En los hallazgos se encontró que en los métodos iniciales se presentaba una estrategia de educación tradicional unidireccional donde se formaba en fundamentos de dibujo y se enfocaban más en la técnica que en las formas de aplicación. El dibujo era más instruccional que aplicado al proceso de diseño. La intención era más ajustada a la expresión que al pensamiento de diseño para la solución de retos.

Oportunidades de mejora: el diseño utiliza diariamente estrategias de creación que usan dibujo como herramienta transmisora de ideas, se encontraron oportunidades al rediseñar la forma como se plantean los retos de clase aplicados a usar el dibujo como herramienta

de expresión y más importante de comunicación y solución de necesidades más que solo el aprendizaje de técnicas ilustrativas o de expresión.

3.9. Planificación y Elaboración de Rúbricas.

Como se estableció al inicio, este proyecto se enfoca exclusivamente en los procesos de evaluación del Dibujo Creativo y surge de la necesidad de analizar un fenómeno: los estudiantes del programa de Ingeniería de diseño de la Universidad EAFIT no logran desarrollar las habilidades necesarias en el dibujo para el diseño, por lo cual, se busca proponer una evaluación que estimule dichas habilidades. Para lograrlo, se realizó una búsqueda de los métodos de evaluación existentes en el campo, se analizaron dichos métodos, se examinaron los cursos de dibujo que se dictan actualmente en la universidad y, de acuerdo con los objetivos de cada curso, se propuso un método de evaluación que integre los aspectos cognitivo, procedimental y actitudinal.

En términos generales, los métodos de evaluación que se aplican al campo del dibujo y del diseño se dividen en dos grandes tipos: evaluación sumativa y evaluación formativa. La primera es de carácter cuantitativo ya que el desempeño de los estudiantes se mide de acuerdo a niveles establecidos, mientras que la segunda tiene un énfasis cualitativo orientado a hacer seguimiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes. La evaluación es un elemento clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues esta les brindará a los estudiantes “la posibilidad de desarrollar autonomía y capacidades que resultan indispensables en el ejercicio profesional” (Pérez, S. S. et al., 2011, p. 52).

Históricamente, la evaluación en el campo del arte ha sido problemática debido a que “lo relacionado con la creación artística pertenece al ámbito subjetivo, por lo que es complicado de objetivar en unos contenidos o cometidos determinados, y más difícil es de ser enjuiciada de manera objetiva” (Morales, J. J., 2001, p. 206). Sin embargo, para lograr un verdadero proceso de aprendizaje por parte del estudiante, la evaluación debe abarcar

no solo el aspecto subjetivo, sino que debe integrar varias estrategias, por ello, con este proyecto se busca proponer un método de evaluación más completo que evalúe tanto las actitudes como las aptitudes.

a. Implementación y Validación:

Para el desarrollo de la rúbricas se inició primero con el rediseño del micro currículo de la asignatura Dibujo para la Formalización a partir del modelo propuesto por el autor y debido a que esta asignatura está más cercana al proceso de diseño, se propuso entonces desarrollar las pruebas de la rúbricas durante varios semestres para ajustarlas según los resultados obtenidos a partir de la metodología propuesta (Investigación-Acción), formando grupos de control para realizar validaciones a partir de los resultados. Este proceso se realizó de manera oficial durante 4 semestres académicos desde el año 2016 - 2017; y la fase de documentación y compilación se realizó en el periodo 2018 - 2019.

Para iniciar se ajustaron los parciales de la asignatura en el micro currículo conectando dichos temas a un proyecto y sus fases que permitieran evaluar y relacionar los tipos de dibujo, es decir proponer un aprendizaje en la práctica.

Se dividieron los parámetros de evaluación de la siguiente forma:

Elementos fundamentales para un buen dibujo; que se definieron como: Manejo del trazo, manejo de las proporciones, manejo de la expresión y el color, y la construcción del dibujo.

La primera versión estaba enfocada a medir estos aspectos en las evaluaciones parciales de la asignatura que consistían en presentar un portafolio de trabajos de los temas vistos en clase y su aplicación en un pequeño reto de diseño.

Durante el primer ciclo se detectó que las variables evaluadas y calificadas correspondían a una evaluación directa del dibujo y sus resultados; pero dejaban por fuera la relación de

estos con el proceso proyectual. Para corregir lo anterior se decidió rediseñar la rúbrica para que coincidieran con los procesos de diseño y se agregaron los siguientes ítems evaluativos:

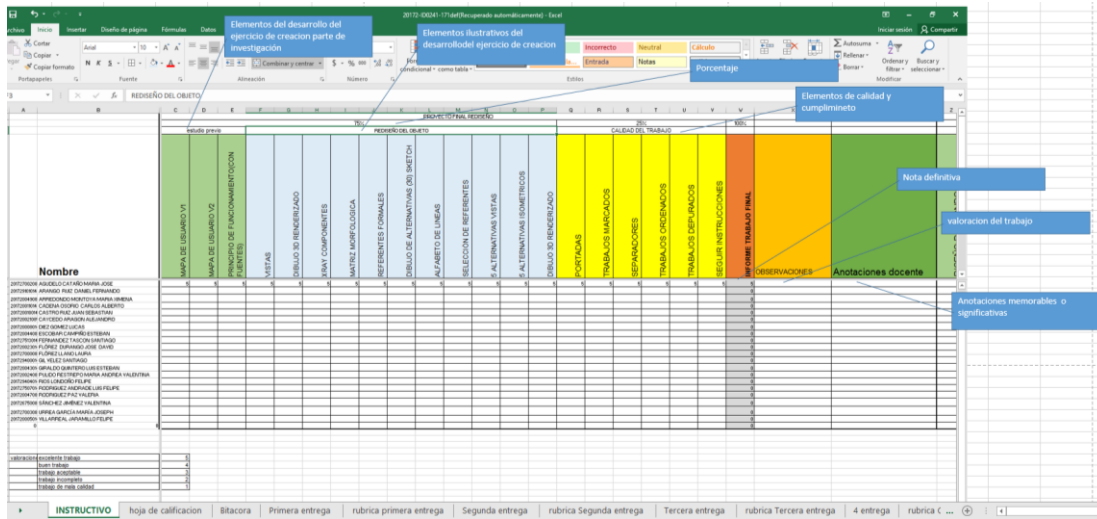
- 1) Etapa de Análisis.
- 2) Etapa de ideación.
- 3) Etapa de construcción.
- 4) Etapa de aplicación de las técnicas.
- 5) Etapa de presentación.
- 6) Etapa creativa.

Las cuales se detallan más abajo y se pueden consultar en los anexos del presente trabajo. Con ello se hizo énfasis en cada uno de los dibujos y técnicas relacionados con los aspectos mencionados con anterioridad para el modelo, incluyendo el factor creativo o el factor wow (la novedad y características del diseño presentado). Ya que el fin de esta asignatura parte de rediseñar como entrenamiento, a partir de objetos comunes, tal como aparecen en los enunciados de los ejercicios (Ver anexo 7: Enunciados de parciales DPF); para terminar con el trabajo final, diseñando una solución a partir de problemas identificados, retos o situaciones de diseño.

las primeras rúbricas eran holísticas pero la necesidad de identificar, aclarar y delimitar el proceso evaluativo disminuyendo la subjetividad se rediseñaron para hacerlas de manera analíticas, que incluyen parametrizaciones más precisas y descriptores para cada parámetro evaluativo; tal y como se mostrará más abajo.

Para el tercer ciclo de control, se detectó que era necesario definir mucho mejor los enunciados y los descriptores en cada uno de los niveles de la rúbrica para dar más claridad al estudiante sobre lo que se estaba evaluando, así como una revisión de los porcentajes de evaluación, elevando estos en aquellos porcentajes donde se da más valor al dibujo y la técnica que al proceso proyectual.

Igualmente, como parte del proceso de mejora el uso de las rúbricas se diseñó un aplicativo que permite agilizar la calificación y asimismo presentar al estudiante el resultado de su calificación con los descriptores de forma automática que permite el envío de sus resultados a través de Eafit Interactiva (Ver figura).



RUBRICA DE CALIFICACIÓN – SEGUIMIENTO – DIBUJO PLC – Depto. de Ingeniería de Diseño de Producto - 2018							UNIVERSIDAD EAFIT	
ENTREGA FASE I: Fundamentos del Dibujar – Taller 5x								
Criterio	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Ponderación	Eco. Num.	
1. Calidad del trazo(Análogo) y atención a los detalles (observación).	El trazo es completamente discontinuo, o con presencia constante de líneas "peludas", lo cual indica claramente inseguridad y falta de práctica. Hay errores en las simetrías y ubicación de los detalles de la composición.	El trazo es vagamente continuo, con notables presencias de líneas "peludas", y refleja aún inseguridad. Hay errores graves en las simetrías y ubicación de detalles dentro de la composición.	El trazo es medianamente continuo, con presencia aún de líneas "peludas". Hay errores menores en los detalles, así como en las simetrías y ubicación de elementos dentro de la composición.	El trazo es seguro, sin líneas peludas, pero con algunos rastros aún de inseguridad y falta de práctica. Las simetrías y ubicación de detalles se ven bien dentro de la composición.	El trazo es continuo y seguro. Hay simetrías y la ubicación de detalles se ven correctas y coherentes dentro de la composición.	Nota	40%	1,2
2. Calidad en la construcción del dibujo en 2 dimensiones y manejo de proporciones	La construcción es desproporcionada. No hay evidencia ni en los ejes de construcción. Los dibujos no son representativos de un producto real (curriculera o infantil).	La construcción es desproporcionada. Hay espacios innecesarios de construcción. No se evidencia un esfuerzo por controlar la forma y proporciones. Los dibujos permanecen como representaciones "curriculera" o dibujo "infantil".	La construcción es proporcional en términos generales. Existen espacios de construcción útiles. Hay un esfuerzo por controlar la forma y proporciones los dibujos, con algunos errores, o rastros de "curriculera" o dibujo "infantil".	La construcción es proporcional. Se evidencian los ejes de construcción útiles. Se evidencia un control más preciso de la forma y de la proporción en los dibujos ya no presentan rastros de "curriculera" o dibujo "infantil".	La construcción es proporcional y precisa. Hay ejes de construcción útiles. Los dibujos se perciben claramente proporcionalizados, y coherentes con un producto real.	Nota	40%	1,2
3. Uso de los instrumentos y materiales sugeridos (Presenta trabajos a tinta y lápiz.)	El trazo con lapicero y lápiz es completamente discontinuo, o con presencia constante de líneas "peludas", lo cual indica claramente inseguridad y falta de práctica.	El trazo con lapicero y lápiz es vagamente continuo, con notables presencias de líneas "peludas", y refleja aún inseguridad.	El trazo con lapicero y lápiz es medianamente continuo, con presencia aún de líneas "peludas".	El trazo con lapicero y lápiz es seguro, sin líneas peludas, pero con algunos rastros aún de inseguridad y falta de práctica.	El trazo con lapicero y lápiz es continuo y seguro.	Nota	25%	0,75
TOTAL: 100%(de un porcentaje del 70% de la nota total)							75%	2,3625
*La escala numérica de la evaluación será de 1,0 a 5,0 de acuerdo a los criterios enunciados. La no presentación o el								
Criterio	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Ponderación	Eco. Num.	
4. Presenta trabajos completos	No entrega sus trabajos completos.	Entrego un porcentaje de trabajos bajo.	Entrego un porcentaje de trabajos medio	Entrego un porcentaje de trabajos alto	Entrego todos sus trabajos completos	Nota	50%	1,8037

Figura 41: Aplicativo de calificación con las rúbricas diseñadas (Sierra, 2019).

Para el último ciclo de validación se decidió agregar un criterio adicional; enfocado al proceso de diseño, pero como parte del seguimiento del ejercicio en cada una de las clases en las cuales se adelanta cada uno de los parciales de la asignatura (Ver anexo correspondiente). Posteriormente se diseñó e incluyó una rúbrica holística para ser aplicada en los ejercicios por fuera de los trabajos parciales y que sirviera para evaluar el seguimiento de la asignatura (Ver anexo 9: rúbrica de seguimiento-Dibujo PLF). A partir de 2018 y derivado de la buena experiencia que se vivió con el modelo evaluativo en la asignatura Dibujo para la Formalización; se realizó un ejercicio de transferencia y se diseñaron las rúbricas para la asignatura Dibujo para la Creación y se realizaron pruebas iniciales con los grupos del primer semestre de 2018 como muestreo y a partir de los hallazgos encontrados se ajustaron las rúbricas para obtener una segunda versión más refinada para el 2018-2 que se encuentra actualmente en aplicación en dicha asignatura; complementando la aplicación del modelo evaluativo en ambas asignaturas.

Las rúbricas desarrolladas para la asignatura Dibujo para la Creación son rúbricas holísticas, tanto para los parciales como para los seguimientos; y están complementadas con exámenes en cada una de las fases de dicho curso (Ver anexo 8: Rúbricas Dibujo PLC).

b. Medios e Instrumentos para la Evaluación.

Para el desarrollo del modelo evaluativo se desarrollaron como se describió con anterioridad dos tipos de rúbricas:

- **Rúbricas Holísticas:** Las cuales se aplicaron a los procesos de seguimiento y permiten evaluar con descriptores más generales un proceso de mejora que se mide varias veces en el semestre.

- **Rúbricas Analíticas:** Estas se aplicaron a los ejercicios parciales y el trabajo final; ya que analizan niveles de detalle mayor sobre el desempeño de los estudiantes, aplicando el dibujo en un proceso de diseño.

A continuación, se describen cada una de las características de las rúbricas diseñadas para los cursos de dibujo creativo en Ingeniería de Diseño y actualmente en uso:

c. Tabla de instrumentos diseñados:

INSTRUMENTOS	ASIGNATURA	OBSERVACIONES
Rúbrica seguimiento (1/2)	Dibujo para la Formalización	Evalúa la calidad del trazo la proporción y la atención a los detalles, y la evolución de los trabajos semestrales.
Rúbrica parcial 1	Dibujo para la Formalización	Desarrollo de Habilidades Gráficas 1: Comunicativas - Analíticas y de Síntesis
Rúbrica parcial 2	Dibujo para la Formalización	Desarrollo de Habilidades Gráficas 2: Comunicativas - Analíticas y de Síntesis
Rubrica trabajo final	Dibujo para la Formalización	RÁPIDO DE DISEÑO: Demostración del desarrollo de Habilidades Gráficas durante el curso.
Rúbricas seguimiento	Dibujo para la Creación	Desarrollo de Habilidades Básicas para el Dibujo y la práctica continua: Cognitivas / Procedimentales / Actitudinales.
Rúbrica parcial 1	Dibujo para la Creación	FUNDAMENTOS DEL DIBUJO.
Rúbrica parcial 2	Dibujo para la Creación	FUNDAMENTOS DEL DIBUJO 2D.
Rúbrica parcial 3	Dibujo para la Creación	FUNDAMENTOS DEL DIBUJO 3D.
Rubrica trabajo final	Dibujo para la Creación	APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Tabla 8: Lista de rúbricas diseñadas para los cursos de dibujo en IDP (Sierra, 2019).

d. Análisis de los componentes en las rúbricas diseñadas.

RÚBRICA Seguimiento- Dibujo para la Formalización – 2019

Seguimiento # _____ Valor 15%.

Desarrollo de Habilidades Transversales en Dibujo para el Diseño: Cognitivas / Procedimentales / Actitudinales.

Estudiante: _____ Grupo: _____

	CRITERIO:	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Pond.	NOTA:
1	HABILIDADES COGNITIVAS: Demuestra comprensión de las temáticas del módulo en los trabajos presentados (Ejercicios + Tareas). Comprende y utiliza tipos de dibujo acordes al módulo y/o a las diferentes etapas del proceso de diseño, si aplica.						20%	
1	HABILIDADES PROCEDIMENTALES Análogas /Digitales: Hay evidencia de seguridad en el trazo, y demuestra mejoras con la práctica Hay un manejo adecuado de las proporciones y demuestra mejoras con la práctica Realiza adecuadamente las construcciones necesarias para las representaciones 2D y 3D. Se evidencia atención a la construcción de los detalles del dibujo (Remates, redondeos, contornos, etc.) Comprende los principios de luz y sombra y los representa adecuadamente (Tonificación – Color - Materiales).						50%	
1	HABILIDADES ACTITUDINALES: Asiste y cumple con los ejercicios de clase y presenta los trabajos completos. Hay orden, limpieza y cuidado en la presentación de los trabajos. Presenta bitácora/carpeta personal de trabajo CON evidencia de la práctica del dibujo más allá de lo requerido.						30%	
TOTAL:							100%	

El indicador habilidades cognitivas evalúa la comprensión de las temáticas y aplica las técnicas sugeridas

Los criterios delimitan de manera mas amplia los conceptos del indicador de logro dado que esta rúbrica es analítica por lo que ampliación pro criterios permite delimitar mejor la evaluación

El indicador habilidades procedimentales evalúa las características del dibujo y su aplicación al proyecto de diseño y la representación gráfica de las ideas y la calidad de los dibujos análogos y digitales

El indicador habilidades actitudinales evalúa el compromiso y la actitud del estudiante frente al uso de las reglas para el dibujo y su calidad gráfica

DESCRIPCIÓN DE NIVELES DE EVALUACIÓN*:

- **Nivel 1 – INSUFICIENTE:** Trabajo Incompleto, de calidad muy baja o nula según lo requerido, con muchas falencias y no cumple con los estándares o normas definidas para la presentación.
- **Nivel 2 – DEFICIENTE:** Trabajo Incompleto o de calidad baja según lo requerido, aún con falencias y no cumple con los estándares o normas definidas para la presentación.
- **Nivel 3 – REGULAR:** Trabajo Completo, de calidad media según lo requerido, pero aún con falencias. Cumple minimamente con los estándares o normas definidas para la presentación.
- **Nivel 4 – BUENO:** Trabajo Completo, de buena calidad según lo requerido, con pequeñas falencias pero cumple con los estándares o normas definidas para la presentación.
- **Nivel 5 – EXCELENTE:** Trabajo Completo, de excelente calidad de acuerdo a lo requerido, sin ningún tipo de errores y cumple cabalmente con los estándares o normas definidas para la presentación.

*La escala numérica de la evaluación será de 1,0 a 5,0 de acuerdo a los criterios enunciados. La no presentación o el incumplimiento total de alguno de los ítems equivalen a 0,0.

*La copia, calcado y/o suplantación de alguno de los ítems o la totalidad del trabajo, anulará de manera automática el trabajo con 0,0 y se procederá según reglamento académico: www.aaa.edu.co/rubric

Nombre Profesor: _____

Firma: _____

El sistema de descripción en una rubrica holística permite aclarar los niveles de desempeño que se observan en cada indicador

La rúbrica permite poner límites y conectarla al sistema normalizado de la universidad, convirtiéndola en un documento oficial de retroalimentación del proceso de enseñanza aprendizaje evaluación

Figura 42: Análisis de una rúbrica holística para la asignatura DPF (Sierra, 2019).

RÚBRICA Parcial # 1 – Dibujo para la Formalización – 2019

Ejercicio Parcial 1 – Valor 20% - TENDENCIAS DE DISEÑO.

MÓDULO 2: Desarrollo de Habilidades Gráficas 2: Comunicativas - Analíticas y de Síntesis - Semanas 5 a 9.

Estudiante:		Grupo:					Epo. Num.	Ponderación
Criterio	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5			
1	ANÁLISIS: Profundidad en el análisis inicial: Tendencia de Diseño y Objeto de Referencia. DIBUJOS EXPLICATIVOS. Análogo/Digital.	No existe evidencia de fundamentación. Tendencias (líneas) no se refieren al objeto de referencia de acuerdo a los formatos. No hay argumentos sólidos en la forma de decisiones de análisis de acuerdo al lenguaje visual de la tendencia seleccionada. NO hay formatos. Ruta de diseño. Imágenes ni DIBUJOS.	El análisis es incompleto, con grandes argumentos para las decisiones de diseño de acuerdo al análisis de la referencia. El lenguaje visual (LÍNEA DE DISEÑO) de la tendencia no es coherente con el lenguaje de la referencia. Hay formatos. Imágenes ni DIBUJOS.	Los análisis de los formatos, y están adecuadamente coherentes con algunas tendencias en la ruta de diseño y la composición. Faltan detalles y Linea Imágenes y DIBUJOS son incompletos e imprecisos.	El análisis es bueno, con algunos argumentos coherentes con la tendencia analizada (línea) y el producto de referencia y su composición. Hay imágenes y análisis con los formatos pero no totalmente coherentes.	Se evidencia un análisis profundo y fundamentado, o con algunos uno de los argumentos para coherentes con la tendencia analizada (línea) y el producto de referencia y su composición. Hay imágenes y análisis con los formatos pero no totalmente coherentes.		10%
2	IDEACIÓN: Manejo del trazo, proporciones y detalles. 2D-3D. Calidad de los dibujos. DIBUJOS DE IDEACIÓN. Análogo.	El trazo es completamente discontinuo, con poca presencia de líneas "guías", se refieren a la tendencia, calidad y variedad de las líneas. proporciones, o no representación de un producto en 2D o 3D. Las alternativas están incompletas y no coinciden con las tendencias del análisis (línea, partes y configuración).	El trazo es semejante continuo, con notables presencia de líneas "guías", y refleja un estudio en profundidad de las proporciones y detalles (formato) de las propuestas. representación de "características" o dibujo "suficiente". Alternativas incompletas pero no totalmente coherentes con las tendencias del análisis.	El trazo es medianamente continuo, con presencia de líneas "guías". No hay un estudio por contrastar las proporciones y detalles (formato) de las propuestas. proporciones de las propuestas, con algunos formatos, o dibujo "suficiente". Alternativas incompletas pero no totalmente coherentes con las tendencias del análisis.	El trazo es seguro, sin líneas, perfilar pero con algunos detalles de líneas de imaginación y falta de precisión. Se evidencia un estudio más preciso de la proporciones y detalles (formato) de las propuestas. proporciones en TODAS las alternativas. Estas se no presentan rasgos de "características" o dibujo "suficiente". Estas alternativas y detalles coinciden con las "tendencias" de análisis previo.	El trazo es continuo y seguro. Las alternativas se presentan claramente proporcionales, a nivel de formas, volúmenes, configuraciones. Estas construcciones, están coherentes con los formatos de línea guía. Todas las propuestas coinciden con la ruta de análisis de la "tendencia" y el análisis formal, funcional y constructivo del "producto de referencia".		20%
3	CONSTRUCCIÓN: Calidad en la construcción de los dibujos en Vistas y Perspectiva (3D). Geones, redondeos, detalles y superficies. Control de Forma. DIBUJOS CONSTRUCTIVOS. Análogo/Digital.	No hay construcciones. No hay líneas ni guías. construcción para definir superficies curvas, redondeos y detalles. Los volúmenes y formas no presentan coherencia ni similitud en las líneas y superficies. Control de Forma. DIBUJOS CONSTRUCTIVOS. Análogo/Digital.	Las construcciones están desproporcionadas. Hay errores en las líneas y superficies. construcción para definir superficies complejas. Los detalles, redondeos y superficies no están definidos en los dibujos. Hay errores en las líneas y superficies. Control de Forma. DIBUJOS CONSTRUCTIVOS. Análogo/Digital.	Las construcciones están desproporcionadas. Hay errores en las líneas y superficies. construcción para definir superficies complejas. Los detalles, redondeos y superficies no están definidos en los dibujos. Hay errores en las líneas y superficies. Control de Forma. DIBUJOS CONSTRUCTIVOS. Análogo/Digital.	Las construcciones están desproporcionadas. Hay errores en las líneas y superficies. construcción para definir superficies complejas. Los detalles, redondeos y superficies no están definidos en los dibujos. Hay errores en las líneas y superficies. Control de Forma. DIBUJOS CONSTRUCTIVOS. Análogo/Digital.	Las construcciones están desproporcionadas. Hay errores en las líneas y superficies. construcción para definir superficies complejas. Los detalles, redondeos y superficies no están definidos en los dibujos. Hay errores en las líneas y superficies. Control de Forma. DIBUJOS CONSTRUCTIVOS. Análogo/Digital.		20%
4	TÉCNICA: Calidad en la aplicación de las Técnicas de Expresión con acabados. Relación Usuario-Producto: Copycat. "COLOR SKETCHING" Análogo/Digital.	No hay técnicas. técnicas de expresión en "Color Sketching" para el control de los volúmenes, superficies, detalles, redondeos, y acabados. Relación Usuario-Producto: Copycat. "COLOR SKETCHING" Análogo/Digital.	Aplica los mínimos de "Color Sketching", pero no incluye todos los detalles definidos y precisos, presentando errores en los volúmenes, superficies, detalles, redondeos y acabados. Relación Usuario-Producto: Copycat. "COLOR SKETCHING" Análogo/Digital.	Aplica los mínimos de "Color Sketching", pero no incluye todos los detalles definidos y precisos, presentando errores en los volúmenes, superficies, detalles, redondeos y acabados. Relación Usuario-Producto: Copycat. "COLOR SKETCHING" Análogo/Digital.	Aplica los mínimos de "Color Sketching", pero no incluye todos los detalles definidos y precisos, presentando errores en los volúmenes, superficies, detalles, redondeos y acabados. Relación Usuario-Producto: Copycat. "COLOR SKETCHING" Análogo/Digital.	Aplica los mínimos de "Color Sketching", pero no incluye todos los detalles definidos y precisos, presentando errores en los volúmenes, superficies, detalles, redondeos y acabados. Relación Usuario-Producto: Copycat. "COLOR SKETCHING" Análogo/Digital.		20%
5	PROCESO DE DISEÑO: Seguimiento del trabajo en clase y los avances del Parcial.	No participa de los avances en los etapas del trabajo. No hay evidencia de un proceso de diseño ordenado. No presenta avances del Parcial.	Participa de los avances en los etapas del trabajo. Solo presenta 1 avance del Parcial y su proceso es desordenado.	Participa de los avances en los etapas del trabajo. Solo presenta 2 avances del Parcial y su proceso es desordenado.	Participa de los avances en los etapas del trabajo. Solo presenta 3 de 4 avances del Parcial y su proceso es desordenado.		10%	
6	PRESENTACIÓN: Calidad en el Presentación del Booklet, manejo de la información, diagramación y orden del trabajo. Análogo/Digital.	No hay presentación. presentación de los avances del trabajo. No hay evidencia de un proceso de diseño ordenado. No presenta avances del Parcial.	La presentación es desordenada. presentación de los avances del trabajo. Solo presenta 1 avance del Parcial y su proceso es desordenado.	La presentación es desordenada. presentación de los avances del trabajo. Solo presenta 2 avances del Parcial y su proceso es desordenado.	La presentación es desordenada. presentación de los avances del trabajo. Solo presenta 3 de 4 avances del Parcial y su proceso es desordenado.		15%	
7	FACTOR WOW: Calidad Creativa y Novedad en el desarrollo de las ideas, el diseño de detalle y el diseño final. DIBUJOS EXPLICATIVOS Y PERSUASIVOS. Análogo/Digital.	No hay análisis inicial. análisis inicial. análisis inicial.	Se evidencia un análisis inicial preliminar, está incompleto. análisis inicial.	Hay evidencia de un análisis inicial preliminar, está incompleto. análisis inicial.	Hay evidencia de un análisis inicial preliminar, está incompleto. análisis inicial.	Hay evidencia de un análisis inicial preliminar, está incompleto. análisis inicial.		05%

El indicador de análisis evalúa la elección de la tendencia y realiza dibujos explicativos del objeto de referencia

El indicador de ideación evalúa la proporción y la calidad de los dibujos 2d y 3d realiza dibujos de ideación análogos de calidad

El indicador de construcción evalúa la construcción de los dibujos en vistas y perspectiva la calidad de los dibujos y sus superficies realiza dibujos constructivos análogos y digitales de calidad

El indicador de técnica evalúa las técnicas de expresión y acabados de los dibujos en su relación del usuario y el objeto los elementos de color sketching

El indicador proceso de diseño evalúa el seguimiento del trabajo en clase y los elementos de diseño relacionados

El indicador de presentación evalúa la elección del booklet la diagramación y el orden del trabajo análogo y digital la tendencia

El indicador factor wow evalúa la novedad del desarrollo las ideas y las elecciones para el dibujo final y la calidad de los dibujos persuasivos

Los descriptores permiten definir analíticamente el nivel de cada factor

*La escala numérica de la evaluación será de 1,0 a 5,0 de acuerdo a los criterios enunciados. La no presentación o el incumplimiento total de alguno de los ítems equivalen a 0,0.
*La copia, calado y/o sustitución de alguno de los ítems o la totalidad del trabajo, anulará de manera automática el trabajo con 0,0 y se procederá según reglamento académico: www.eco.edu/faq/af

Figura 43: Análisis de una rúbrica analítica para la asignatura DPF (Sierra, 2019).

e. Análisis de los descriptores en las rúbricas diseñadas.

Descriptores analíticos:

RÚBRICA Parcial # 2 – Dibujo para la Formalización – 2019							
Ejercicio Parcial 2 – Valor 20%.							
MÓDULO 2: Desarrollo de Habilidades Gráficas 2: Comunicativas - Analíticas y de Síntesis - Semanas 12 a 16.							
Estudiante: _____				Grupo: _____			
Criterio	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Equ. Num.	Ponderación
ANÁLISIS: Profundidad en el análisis inicial (Formatos de Análisis): SUPERHÉROE + Objetos de Referencia. DIBUJOS EXPLORATORIOS Y EXPLICATIVOS. Análogo/Digital.	No existe evidencia alguna de un análisis del Personaje, de los objetos de referencia, atributos y referentes, de acuerdo a los formatos de análisis establecidos. No hay argumentos sólidos en la toma de decisiones de análisis de acuerdo al lenguaje visual del Superhéroe seleccionado. NO hay formatos, Ruta de diseño, imágenes ni DIBUJOS.	Los análisis son incipientes, presentan contradicciones e inconsistencias para las decisiones de diseño de acuerdo a los formatos, tanto en el Personaje, como los productos de referencia. La definición del lenguaje visual del Superhéroe, atributos y referentes, no es coherente o está incompleto. Hay imágenes pero NO DIBUJOS.	Los análisis de los formatos son apenas incipientes, y están mínimamente coherentes con algunas falencias tanto en la ruta seleccionada de acuerdo al personaje, atributos, referentes y su exploración. Faltan detalles y las imágenes y DIBUJOS son incipientes e incompletos.	El análisis es bueno, con mínimas falencias o con máximo uso de los elementos del mismo, poco coherentes de acuerdo al Personaje analizado, los productos de referencia, atributos y referentes. Es clara la Ruta de Diseño. Hay imágenes y exploración con DIBUJOS pero no son totalmente concluyentes.	Se evidencia un análisis profundo y coherente en los productos de referencia, atributos y referentes seleccionados. El análisis cuenta con imágenes y DIBUJOS exploratorios de calidad de acuerdo a la ruta de diseño. Es concluyente y demuestra una buena "lectura" del lenguaje visual y una buena comprensión de los productos a rediseñar.		10%
	IDEACIÓN: Manejo del trazo, proporciones y detalles. Aplicación de conceptos de COHERENCIA FORMAL. Dibujos 2D- 3D + Técnicas de Sketching. Calidad de los dibujos. DIBUJOS DE IDEACIÓN. Análogo/Digital.	No hay dibujos exploratorios de análisis de coherencia formal de acuerdo al personaje, atributos y referentes seleccionados y las propuestas de ideación de los productos seleccionados son solitarias, están incompletos, sin aplicación de los conceptos de familiaridad (COHERENCIA) y sin dibujos en perspectiva (3D) ni la aplicación de la técnica de Sketching requerido. Trabajo incompleto.	El trazo es discontinuo, o con presencia constante de líneas "jeridas", lo cual indica claramente inseguridad, cuidado y/o falta de práctica. Las alternativas no son proporcionadas y no evidencian COHERENCIA FORMAL. No aplica la técnica de sketching requerida y las alternativas están incompletas y no concuerdan con los formatos de análisis (Ruta, partes y configuración).	Hay dibujos de análisis de coherencia formal, pero no hay claridad en su aplicación, con argumentos inconsistentes. Las dibujos de ideación o alternativas de diseño, no concuerdan en 3D. Si bien se evidencia (perspectiva). La técnica de sketching aunque presente le faltan detalles en la aplicación de acuerdo a la ruta establecida.	Se evidencia un control más preciso de la forma, el volumen, detalles y proporciones en (2D) las alternativas. Presenta suficientes dibujos de coherencia formal de acuerdo al análisis realizado. Los dibujos son completos, aunque aún hay pequeñas faltas de perspectiva. La aplicación de la técnica de sketching está correctamente aplicada y cumple con la ruta establecida.	Las alternativas se perciben claramente proporcionadas. Se evidencia un análisis minucioso para aplicar la coherencia formal en todos los dibujos de ideación, de acuerdo a los análisis y el personaje. Las alternativas de diseño están dibujadas en 3D sin errores. La aplicación de la técnica de sketching es correcta y con atención a los detalles. Todas las propuestas concuerdan con la Ruta de análisis y el análisis formal, funcional y configurativo de los "Productos de referencia".	

La rúbrica permite poner límites y definir el nivel mínimo que se requiere para declarar el estudiante como "adecuado" en el documento oficial de ratificación de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje evaluado, permitiendo priorizar alabanzas.

El nivel intermedio define el nivel mínimo que debe alcanzar el estudiante para aprobar este parámetro, permite delimitar dentro de la escala cuáles es el nivel aceptable sugerido.

Los descriptores inferiores definen que significa no lograr el parámetro y ayuda a declarar que elemento se deben evitar al dibujar.

Figura 44: Análisis de una rúbrica analítica y sus descriptores para la asignatura DPF (Sierra, 2019).

Descriptores holísticos:

1	HABILIDADES PROCEDIMENTALES Análogas /Digitales:	CRITERIO:	Nivel1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Pond.	NOTA:
		Hay evidencia de seguridad en el trazo, y demuestra mejoras con la práctica. Hay un manejo adecuado de las proporciones y demuestra mejoras con la práctica. Realiza adecuadamente las construcciones necesarias para las representaciones 2D y 3D. Se evidencia atención a la construcción de los detalles del dibujo (Remates, redondeos, contornos, etc.) Comprende los principios de luz y sombra y los representa adecuadamente (Tonificación – Color - Materiales).							50%

DESCRIPCIÓN DE NIVELES DE EVALUACIÓN*:

- Nivel 1 – INSUFICIENTE: Trabajo incompleto, de calidad muy baja o nula según lo requerido, con muchas falencias y no cumple con los estándares o normas definidas para la presentación.
- Nivel 2 – DEFICIENTE: Trabajo incompleto o de calidad baja según lo requerido, aún con falencias y no cumple con los estándares o normas definidas para la presentación.
- Nivel 3 – REGULAR: Trabajo Completo, de calidad media según lo requerido, pero aún con falencias. Cumple mínimamente con los estándares o normas definidas para la presentación.
- Nivel 4 – BUENO: Trabajo Completo, de buena calidad según lo requerido, con pequeñas falencias pero cumple con los estándares o normas definidas para la presentación.
- Nivel 5 – EXCELENTE: Trabajo Completo, de excelente calidad de acuerdo a lo requerido, sin ningún tipo de errores y cumple cabalmente con los estándares o normas definidas para la presentación.

Los descriptores generales permiten declarar el parámetro general a evaluar.

Los criterios realizan una funciones similares a los descriptores permiten ampliar el concepto a evaluar de forma más parametrizadas.

La explicación de los niveles permite conectar para una rubrica holística el significado del valor calificado de forma mas directa estas rubricas se usan para procesos más generales.

Figura 45: Análisis de una rúbrica holística y sus descriptores para la asignatura DPF (Sierra, 2019).

CAPÍTULO 4: RESULTADOS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Resultados y seguimiento.

Para el proceso de valoración de aplicación del sistema de rúbricas se elaboró una encuesta relacionada para los estudiantes que se aplicó durante 4 semestres de muestreo entre 2016 y 2017, para evaluar los ciclos de control y las percepciones de la asignatura; así como la aplicación del sistema evaluativo (Ver anexo 10 con las gráficas de los resultados de las encuestas).

El resultado encontrado arrojó lo siguiente:

Luego de la implementación de las rúbricas en la asignatura Dibujo para la Formalización (ID0244), se ha evidenciado una valoración positiva del sistema de evaluación y de los métodos y estrategias pedagógicas utilizadas en el curso. La mejora es evidente al tener más claridad de cómo se están desarrollando los temas y los errores cometidos en cada fase con mayor transparencia y conexión con el aprendizaje. Este hallazgo se siguió consolidando en las encuestas durante las siguientes poblaciones de control como lo evidencian los resultados de dichas encuestas; al responder a la pregunta:

- *¿Considera que la evaluación del curso mediante rúbricas permite hacer una valoración objetiva del desarrollo de habilidades y la capacidad creativa del dibujo para el diseño?*

A pesar de que las encuestas no fueron respondidas por la totalidad de los estudiantes en cada uno de los ciclos; los resultados de la pregunta en cada uno de los 4 semestres aplicados a los grupos de control dieron como resultado una aceptación del modelo de evaluación de un 91.2% en promedio por parte de los estudiantes de la asignatura Dibujo para la Formalización; tal y como se muestra en la siguiente gráfica:

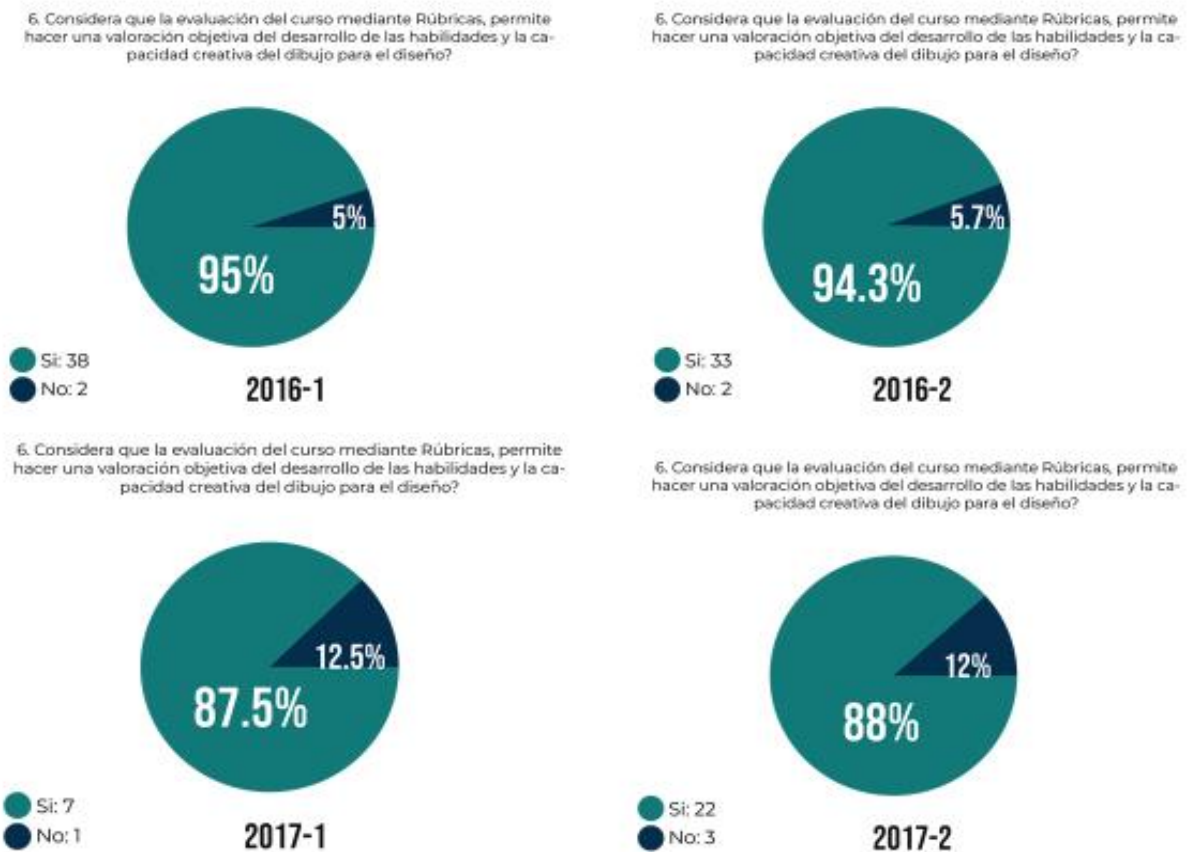


Figura 46: Nivel de aceptación del modelo evaluativo por rúbricas en los diferentes ciclos y grupos de control, dibujo PLF (Sierra, 2019).

Por su parte, los docentes manifestaron un alto nivel de aceptación del modelo evaluativo y destacaron la facilidad de su aplicación; la rapidez en su ejecución; así como la facilidad para calificar y dar retroalimentación a los estudiantes sobre sus resultados.

Adicionalmente se realizó un análisis estadístico con el fin de determinar si la introducción del nuevo modelo evaluativo en la asignatura Dibujo para la Formalización; tenía alguna incidencia en las notas finales y en los promedios grupales por semestre, comparando dichos promedios facilitados por Admisiones y Registro, tomando grupos antes de las rúbricas (2014 - 2015) y luego durante los respectivos ciclos de control (2016 - 2017).

los resultados de este análisis se muestran en las gráficas que aparecen a continuación:

Estadísticas de grupo					
	Semestre	N	Media	Desviación estandar	Media del error estandar
NOTA DEFINITIVA	2014 - 1	29	35,48	6,53	1,214
	2015 - 1	56	38,64	5,432	726

Prueba de muestras independientes					
NOTA DEFINITIVA	Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias	
		F	Sig.	t	gl
NOTA DEFINITIVA	Se asumen varianzas iguales	,004	,947	-2,370	83
	No se asumen varianzas iguales		38,64	-2,234	48,439

Prueba de muestras independientes					
NOTA DEFINITIVA	Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	
		NOTA DEFINITIVA	Se asumen varianzas iguales	,020	-3,160
No se asumen varianzas iguales	,030		-3,160	1,415	

Tabla 8: Análisis estadístico de las mejoras percibidas en las notas de los estudiantes de la asignatura DPF (Sierra, 2019).

Luego del análisis se encontró una mejora significativa en las calificaciones finales de los estudiantes cuando las rúbricas estaban presentes (2016 en adelante), que cuando éstas no lo estaban (2014 hacia atrás); como lo muestran los resultados en la siguiente gráfica:

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE NOTAS – CICLOS Y GRUPOS DE CONTROL 2015 - 2017

dentMeanstTestLimpiados1column1.sav

Estadísticas de grupo

+

	Semestre	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Nota Definitiva	2014-1	29	35,48	6,539	1,214
	2015-1	56	38,64	5,432	,726

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias	
		F	Sig.	t	gl
Nota Definitiva	Se asumen varianzas iguales	,004	,947	-2,370	83
	No se asumen varianzas iguales			-2,234	48,439

Prueba de muestras independientes

Prueba de muestras independientes

		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Nota Definitiva	Se asumen varianzas iguales	,020	-3,160	1,334
	No se asumen varianzas iguales	,030	-3,160	1,415

prueba t para la igualdad de medias

En promedio, los participantes tuvieron notas definitivas superiores cuando las rúbricas de evaluación estaban presentes (M=38.64, SE=5.43), que cuando estaban ausentes (M=35.48 , SE=5.43). Esta diferencia fue significativa $t(83) = -2,370 p > .05$;

(gl o df son los grados de libertad=83)

Tabla 9: Análisis estadístico de las muestras y análisis realizados (Sierra,2019).

Igualmente, en el análisis derivado de la información suministrada por la coordinación de las asignaturas de dibujo en IDP luego de la introducción del modelo; se concluyó que:

- Primero: Es evidente la disminución de reclamos por parte de los estudiantes en calificaciones regulares (parciales y seguimientos); esto debido a que la rúbrica aclara los niveles evaluativos y permite ubicar en qué está fallando y en qué aspectos se debe mejorar.
- Segundo: Se mermaron de manera continua y drásticamente las solicitudes para segundo calificador para las notas de los trabajos finales de igual forma, debido a lo expuesto anteriormente. Este último tipo de reclamo como se mencionó más arriba era muy frecuente sobre todo en la asignatura Dibujo para la Creación.

Adicionalmente desde el trabajo docente se evidenció por parte del grupo profesoral la disminución en los tiempos de calificación debido a que el modelo permite reducir la subjetividad en la evaluación derivado a que la rúbrica coordina los niveles para evaluar y clarificar los posibles errores a eliminar.

Igualmente, luego de aplicar las rúbricas se ha evidenciado una mejora en los procesos de autoevaluación ya que el estudiante tiene mayor claridad en los procesos, los posibles errores a evitar y los logros a alcanzar.

Otro hallazgo interesante es la evidencia de que con la rúbrica se hace más amigable el proceso de tránsito del estudiante desde la educación secundaria a la universidad debido a que su proceso de formación y evaluación es muy similar al de las instituciones de educación secundaria.

En cuanto la implementación, la aceptación y adopción de las herramientas y software para el dibujo digital; el cual se usa de manera más amplia en el segundo curso de dibujo y se considera en el modelo evaluativo; podemos destacar lo siguiente:

Teniendo en cuenta que la implementación de la infraestructura tecnológica contemplada en el proyecto Wacom (Tabletas, lápices digitales + softwares), estaba ya en uso desde el 2013; se evidenció la importancia por parte de los estudiantes y en la mayoría de los casos en adoptar el dibujo digital y reconocer las facilidades que éste representa dentro de su

proceso formativo y el desarrollo de sus habilidades. Para indagar al respecto, dentro de las encuestas se les hizo la siguiente pregunta:

- *Considera que el uso de las diferentes herramientas para el dibujo digital (Tabletas + lápices + software) que ofrece el curso; ¿ayudan a mejorar la habilidad y facilidad para dibujar y expresarse?*

Igual que en la pregunta anterior; las encuestas no fueron respondidas por la totalidad de los estudiantes en cada uno de los ciclos; los resultados de la pregunta en cada uno de los 4 semestres aplicados a los grupos de control dieron como resultado una aceptación del dibujo digital de un 86.02% en promedio por parte de los estudiantes de la asignatura Dibujo para la Formalización; tal y como se muestra en la siguiente gráfica:

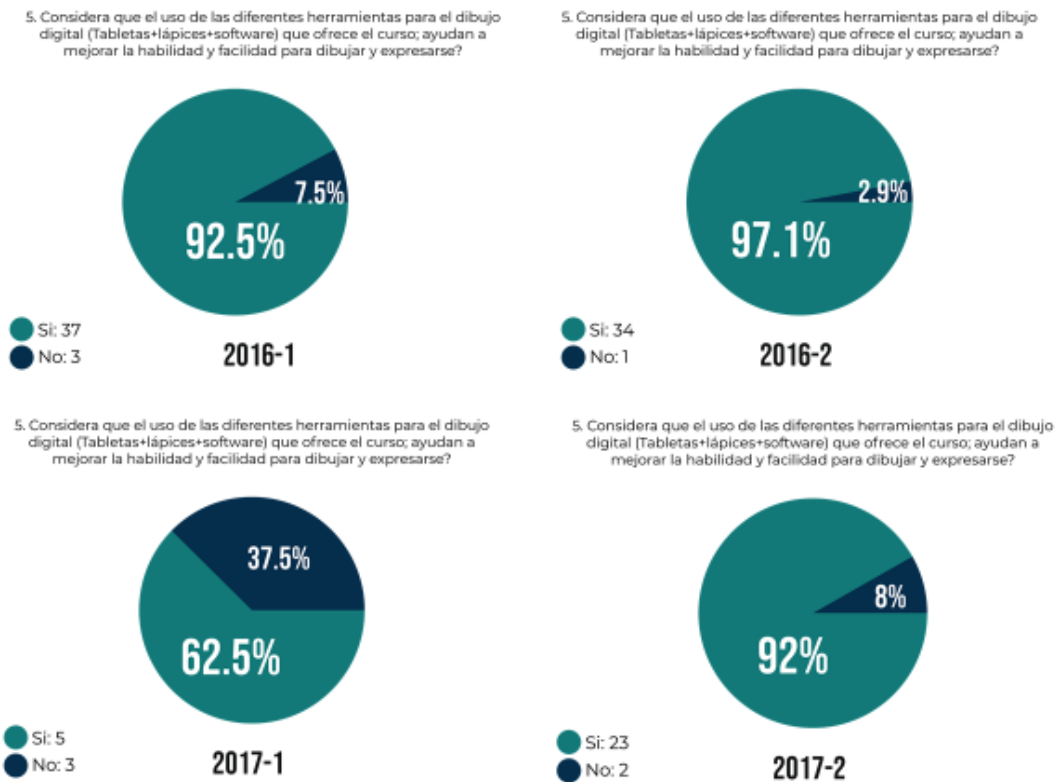


Figura 47: Nivel de aceptación y adopción del dibujo digital en los diferentes ciclos y grupos de control en la asignatura dibujo PLF (Sierra, 2019).

4.2. Conclusiones del proyecto.

Luego del proceso de exploración análisis, ejecución y validación del modelo de evaluación basado en las rúbricas como herramienta evaluativa y considerando la implementación del dibujo digital se observa:

- A. De manera efectiva la herramienta cumple con el propósito de ser un medio para evidenciar las falencias y progresos en un estudiante además permite valorar destrezas y habilidades de manera objetiva y práctica tanto para el evaluado como para el evaluador. En el proceso del proyecto se evidencia una mejora en los estudiantes respecto a la calidad de sus dibujos y sus calificaciones además de su percepción de los parámetros por los cuales se les evalúa y los niveles de conocimiento y experiencia esperados, y los que le quedan por desarrollar de forma independiente.

Criterio	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Equ. Num.	Ponderación
ANÁLISIS: Profundidad en el análisis inicial: 1 Tendencia de Diseño y Objeto de Referencia. DIBUJOS EXPLICATIVOS. Análogo/Digital.	No existe evidencia de un análisis de la Tendencias (Board) ni del objeto de referencia de acuerdo a los formatos. No hay argumentos sólidos en la toma de decisiones de análisis de acuerdo al lenguaje visual de la Tendencia seleccionada. NO hay formatos, Ruta de diseño, imágenes ni DIBUJOS.	El análisis es incipiente, con grandes contradicciones y argumentos poco sustentados para las decisiones de diseño de acuerdo al análisis de la tendencia y el producto de referencia. El lenguaje visual (RUTA DE DISEÑO), de la tendencia no es coherente con el Board o los formatos están incompletos. Hay imágenes pero NO DIBUJOS.	Los análisis de los formatos son suficientes, y están mínimamente coherentes con algunas falencias en la ruta de diseño y/o la Tendencia o en el producto de referencia y su composición. Faltan detalles y Las imágenes y DIBUJOS son incipientes e infantiles.	El análisis es bueno, con mínimas falencias o con máximo uno de los argumentos poco coherentes de acuerdo a lo tendencia analizada (Ruta) o al producto de referencia y su composición. Hay imágenes y análisis con DIBUJOS pero no son totalmente concluyentes.	Se evidencia un análisis profundo y coherente, no sólo en la tendencia y su ruta; sino en el producto de referencia y su composición (Partes-Accidentes y Configuración). El análisis cuenta con imágenes y DIBUJOS de calidad. Es concluyente y demuestra una buena "lectura" de la tendencia y una comprensión del producto a rediseñar.		10%

Tabla 10: Muestra de los descriptores analíticos (Sierra, 2019).

Tal y como se ve en la gráfica, el descriptor declara el alcance máximo el nivel aceptable y los errores a evitar, este sistema permite controlar qué defectos pueden existir en los trabajos entregados y qué nivel sería el ideal de alcanzar. (Ver anexos 8 y 9 - rúbricas de las asignaturas).

- B. el modelo de formación que relaciona el pensamiento visual, el pensamiento creativo y el pensamiento de diseño para el dibujo se conecta perfectamente con el

sistema de rúbricas porque permite evaluar niveles de fallas y cómo solucionarlos además de un mayor afianzamiento de conceptos, así como un sistema para auto evaluarse por parte del estudiante.

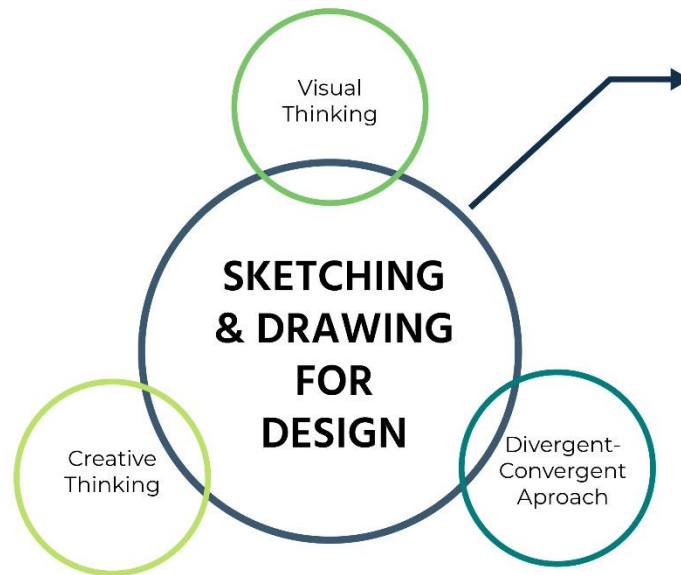


Figura 48: Elementos del modelo de enseñanza para el dibujo creativo en IDP (Sierra, 2019).

La gráfica anterior conecta los tres parámetros descritos aplicados a los diferentes niveles de dibujo en un proyecto de diseño según el modelo planteado por el autor. La gráfica siguiente muestra que este modelo del dibujo creativo es necesario en diferentes etapas del proceso proyectual.



Figura 49: Tipos de dibujos aplicados al proceso de diseño (Pérez y Pérez, 2011).

- C. Luego del proyecto se percibe que: Aunque es evidente que el proceso de formación es una construcción que requiere de práctica, los aprendizajes significativos son derivados de la experiencia que conecta el dibujo como herramienta para comunicar y diseñar.

Evaluar el dibujo creativo requiere de una herramienta dinámica y funcional que permita valorar destrezas y definir niveles para conectar al estudiante al alcance esperado. Luego de investigar y valorar diversos métodos y herramientas evaluativas; las rúbricas se ajustan más al modelo para el dibujo creativo, son más prácticas y funcionales que otros métodos al conectar con el modelo planteado de enseñanza aprendizaje; y es pertinente para medir alcances y aprendizajes de forma objetiva además de ser una herramienta que permite conectarse con las competencias profesionales y alcanzarlas de forma autónoma fuera del aula y en otras asignaturas de aplicación. Finalmente es un delimitador de niveles de formación y alcances esperados. Luego de valorar los grupos de control se puede percibir que la herramienta planteó una mejora efectiva en los estudiantes de dibujo para la creación y dibujo para la formalización donde se evidencia una mayor conciencia de la importancia del dibujo en el quehacer profesional y en su relación con el proceso de diseño y las asignaturas de proyecto.

- D. El análisis de los medios para el dibujo digital y el uso de herramientas como tabletas y lápices digitales permitió concluir que:

El dibujo debe evaluarse bajo parámetros conectivos al dibujo creativo o dibujo para el proceso de diseño; es decir que éste es independiente del medio que se use ya sea análogo o digital y se requiere conectarlo a un nivel específico y para ello la rúbrica es la mejor herramienta para tal fin.

El dibujo como herramienta de pensamiento es un arma poderosa para el diseñador ya que permite a través de este, presentar soluciones y detalles de su diseño ya que mejora su capacidad de entender el mundo a partir de su capacidad visoespacial. El

proyecto enmarcado en el aula WACOM y la evaluación que se transfiere del dibujo análogo al dibujo digital utiliza la rúbrica como herramienta que permite potenciar las habilidades y analizar la comunicación aclarando que el modelo evaluativo es independiente de los medios usados. ya que se evalúa es el pensamiento gráfico de diseño como necesidad desde el proyecto y permite ver escenarios futuros del proyecto para conectarlo con el CAD y los procesos de manufactura, es decir que el modelo planteado construye el dibujo como herramienta de comunicación y pensamiento más allá de la simple expresión.



Figura 50: Etapas del proceso de diseño y el nivel de detalle según Pei (Sierra, 2019).

- E. Luego de analizar los medios y herramientas evaluativas disponibles de acuerdo a la investigación realizada para este trabajo; se definió que una escala valorativa mediante niveles de menor a mayor, con descriptores precisos para diferenciar uno del otro; tal y como sucede con el sistema de las rúbricas; permite entender mejor por parte del estudiante su nivel de aprendizaje y desarrollo de habilidades con el dibujo. Lo que a su vez podría servir de estímulo para mejorar a través del autoaprendizaje o ponerse metas o retos para mejorar su capacidad de “diseñar”. Así mismo, permite conectar el dibujo al proceso proyectual o de diseño; que es el enfoque del segundo curso como también para determinar por parte del evaluador, el desarrollo a futuro de una “competencia” vital para el ingeniero de diseño, como

es la capacidad de visualizar y comunicar un proceso y resultado proyectual (Modo de pensamiento y modo de expresión). Por último, tanto para el evaluador, como para el evaluado; el sistema permite mayor control de los parámetros a evaluar dentro de la calificación numérica; mermando significativamente la apreciación subjetiva de la misma.

Criterio	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Equ. Num.	Ponderación
1 ANÁLISIS: Capacidad de Análisis de la situación de diseño, definición del problema y su representación gráfica. MAPA MENTAL.	No existe evidencia alguna de un análisis iniciado de la situación de diseño, ni de una presentación gráfica del mismo que muestre argumentos sólidos para la toma de decisiones para el proceso proyectual. Análisis incompleto.	El análisis es incipiente, con grandes falencias, en dibujo y con argumentos poco sustentados para las decisiones de diseño de acuerdo al problema planteado. No hay organización ni aplica ayudas gráficas. Análisis incompleto.	El análisis es suficiente, aunque con pocos dibujos y gráficos muy pobres; mínimamente sustentado por algunos falencias en la presentación y claridad del mismo. Análisis pero no define el problema a solucionar.	El análisis es bueno, con dibujos y gráficos con mínimas falencias y con argumentos sustentados de acuerdo al problema planteado; habiendo mayor claridad en la presentación del mismo a nivel de claridad y dibujo. Análisis y define el problema a solucionar.	Se evidencia un análisis profundo del problema planteado a través de la organización y aplicación de dibujos y ayudas gráficas. Hay una buena presentación y claridad del mismo, demostrando académicas habilidades en el dibujo y la graficación; de acuerdo a lo exigido. Análisis y define claramente.		20% *Nota Grupal.
2 IDEACIÓN: Calidad del trazo y proporciones y detalles en las alternativas de solución. Dibujos 2D- 3D + Técnicas de Sketching, DIBUJOS DE IDEACIÓN. Análogo-Digital.	El trazo en los dibujos es discontinuo, o con presencia constante de líneas "peludas", lo cual indica claramente inseguridad y falta de práctica. Las alternativas están incompletas y no son proporcionadas, o no reflejan una representación de un producto real ("caricatura o infantil"). Trabajo incompleto.	El trazo es vagamente continuo, con notables presencia de líneas "peludas", reflejando aún inseguridad. No se evidencia un esfuerzo por controlar las formas, volúmenes y las proporciones en las alternativas, y permanecen como representaciones de "caricaturas" o dibujo "infantil". Trabajo incompleto.	El trazo es medianamente continuo, pero con presencia aún de algunas líneas "peludas". Hay un esfuerzo por controlar las formas, volúmenes y proporciones de las alternativas, con algunos errores, o trazo de "caricatura" o dibujo "infantil". Presenta lo mínimo requerido.	El trazo es seguro, sin líneas peludas pero con algunos rastros de inseguridad y falta de práctica. Se evidencia un control más preciso de las formas, volúmenes y proporciones en TODAS las alternativas. Están completas y no presentan rasgos de "caricatura" o dibujo "infantil". Trabajo completo.	El trazo es firme, continuo y seguro. Los alternativos se perfilan claramente proporcionados tanto en 2D como 3D, y a nivel de formas, proporciones, detalles y volúmenes. Están completas y son coherentes con un producto real. Presentación excelente.		20%

Figura 51: Ejemplo de parte de rúbrica diseñada para la asignatura Dibujo PLF (Sierra, 2019).

F. Luego de implementar el modelo evaluativo en los grupos de control para el presente trabajo (Dibujo para la Formalización: 2016-2017); y de recoger y analizar los resultados, se puede concluir lo siguiente:

Se evidenciaron mejoras significativas en las notas finales de los cursos en las poblaciones que se les aplicó las rúbricas como modelo evaluativo; aunque la variación no fue de más de 0.5 décimas en promedio grupal con respecto a los promedios anteriores (2008-2015); de acuerdo a los datos suministrados por Admisiones y Registro de la Universidad EAFIT y al análisis de estos.

De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas a los grupos de control para evaluar el curso y su modelo evaluativo por parte de los estudiantes, se evidencia un mayor nivel de claridad conceptual acerca del dibujo para el diseño y su

aplicación; así como en la forma de cómo evaluarlo. En este sentido las encuestas muestran altos porcentajes de aceptación en los cuatro semestres analizados.

Igualmente, y tomando los resultados de las mismas encuestas, se puede concluir que la herramienta evaluativa y la forma como quedaron estructurados los ejercicios de clase a partir del modelo para el dibujo creativo en diseño (Ver anexo 7: Enunciados de parciales DPF); permite que los estudiantes sean conscientes del nivel en el que se encuentran y los aspectos que deben mejorar para desarrollar sus habilidades y destrezas en el mismo. Como consecuencia de lo anterior, también permite al estudiante autoevaluarse o coevaluar a través de retroalimentaciones grupales, el trabajo de los compañeros.

Así mismo, y de acuerdo a los datos suministrados por las consabidas encuestas; se percibe una mejor aceptación de la calificación (notas) por parte de los estudiantes y una mayor transparencia y objetividad de la misma tanto en estudiantes como profesores.

Partiendo de lo descrito en el párrafo anterior; y de acuerdo a la experiencia del grupo docente de la asignatura en cuestión; Los evaluadores (profesores), expresaron percibir una mejora sustancial en la detección de errores de dibujo en los ejercicios y tareas de los estudiantes gracias a las rúbricas; así como en la agilidad y rapidez en la calificación de los trabajos; al no tener que anteponer o depender de juicios subjetivos para la asignación de las notas. En este sentido y después de 3 años de haberse implementado el modelo; los mismos resaltaron, una mejora en el seguimiento y atención personalizada a cada estudiante, cuando esta actividad se realiza dentro a fuera de clase. Por último, pero no menos importante, cabe resaltar que de acuerdo a los resultados obtenidos en la implementación del modelo en la asignatura Dibujo para la Formalización; se decidió poner en marcha su implementación en el primer nivel de la asignatura (Dibujo para la Creación), a partir de 2018-1, para complementar el modelo evaluativo en ambos cursos (Ver anexo:

Rúbricas Dibujo PLC) y comenzar a evaluar los resultados en el mismo. Cabe anotar, que al momento del cierre de este trabajo; los resultados han sido igualmente satisfactorios y a partir de 2019 el modelo ya se encuentra totalmente implementado en ambos cursos. El excelente resultado de las rúbricas para los dibujos análogos permite intuir que si se desarrollan descriptores para este fin es posible evaluar con este instrumento algunos parámetros del dibujo digital de una manera más profunda con relación a las herramientas gráficas y al uso del software para potenciar el dibujo para el diseño

4.3. Recomendaciones para trabajos futuros.

Partiendo de la experiencia y los alcances y resultados obtenidos con el presente proyecto, el trabajo a seguir y las recomendaciones a futuro, serían las siguientes:

- A. Es necesario, que el sistema de rúbricas montado en el primer nivel de la asignatura (Dibujo para la Creación); pase de unas rúbricas holísticas tal y como está en este momento; a unas rúbricas descriptivas para que ayuden tanto al estudiante como al docente en tener una mayor claridad para cada uno de los niveles de evaluación.
- B. Se recomienda seguir haciendo un seguimiento detallado de los resultados en cada uno de los ejercicios, con el fin de tener una trazabilidad más precisa de los resultados evaluativos semestre a semestre; para contar a futuro con datos más concluyentes que ayuden a determinar si de acuerdo a las estrategias pedagógicas introducidas en los cursos y el uso continuado del modelo de evaluación; si mejoran la calificación numérica de los estudiantes o no; y de acuerdo a ello, replantear ejercicios o tareas.
- C. Sería deseable buscar la manera de transferir parte del modelo evaluativo a la línea de proyectos; o al menos en aquellos en los cuales se da énfasis en el dibujo como parte del proceso proyectual o de diseño; o en otras asignaturas del programa de

Ingeniería de Diseño que lo requieran y concretar el proceso de evaluación de dibujo para otros procesos dentro del programa utilizando sistemas de rúbricas.

- D. El desarrollo de herramientas informáticas para documentar el sistema evaluativo por rúbricas (aplicativos) permite ajustar de manera más ágil la calificación y retroalimentación a los estudiantes de sus logros y limitaciones con un sistema de cálculo automático
- E. Es relevante conectar el proceso de las clases con asesorías individuales que incrementan el relacionamiento con el docente y con los monitores con revisiones por fases que evalúen los avances representativos y se conecten con un porcentaje de la rúbrica de evaluación.
- F. Es importante ahondar y desarrollar rúbricas y herramientas dentro del sistema de calificación para evaluar el proceso de dibujo en medios digitales a pesar de que en ningún momento es el núcleo de la asignatura (no es una asignatura de manejo de software), sino un espacio para desarrollar procesos de dibujo para el diseño con el uso de medios como la tableta, el lápiz digital y el software.

CAPÍTULO 5: BIBLIOGRAFÍA.

DIBUJO Y CREATIVIDAD:

- Díaz, F. Y Barriga, A. (2002) Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: una interpretación constructivista. México: McGraw Hill
- Antunes, C. (2006). Inteligencias múltiples, cómo estimularlas y desarrollarlas. Editorial. Alfaomega México
- Da Vinci, L. (2005). Cuaderno de notas. Bibliografía Básica Medio Universitario. Edimat Libros.
- Edwards, B. (2003). Aprender a dibujar con el lado derecho del cerebro: un método garantizado Ediciones Urano, S.A.,
- Gardner, Howard y Nogues, M. T. M. (1998). Inteligencias múltiples. Paidós.
- Guasch, G. (2003). Forma: pintura creativa. Pintura creativa. Parramon.
- Guasch, G. (2005). Espacio Para La Pintura Creativa. Pintura creativa. Parramon.
- Guasch, G. y Asunción, J. (2006). Trazo: pintura creativa. Pintura creativa. Parramon.
- Micklewright, K. (2006). Dibujo: perfecciones del lenguaje de la expresión visual.
- Pinto, Josefa Pinto y Paez, J. P. (1998). Dibujo artístico. Junta de Andalucía, Consejería de Educación y Ciencia.
- Saenz, R. (2008). Arte y técnica de la animación. Buenos Aires: Ediciones.
- Arnheim, Rudolf. (1969) Pensamiento Visual. Barcelona: G.Gili.
- Arnheim, Rudolf. (1954) Arte y Percepción Visual. Barcelona: G.Gili.
- Bachelard, Gaston. (1997) El derecho a soñar. México: FCE México.
- Frampton, Kenneth. (2010). "Vilanova Artigas y la Escuela de São Paulo." 2G. No.54, p.4-10.
- Kandinsky, Wassily. (1992). Punto y línea sobre el plano. Barcelona: Labor.
- Kepes, Georgy. (1944) The Language of Vision. Chicago:
- Paul Theobald. Marcos, Carlos L.y Allepuz, Ángel. (2014) Polifonía gráfica. Hacia la integración de códigos gráficos y extra-gráficos en un único discurso narrativo en la era digital, en Revista EGE, vol.8.
- Pallasmaa, Juhani (2014) La Imagen Corpórea. Imaginación e imaginario en la arquitectura. Barcelona: G. Gili.

- Pallasmaa, Juhani (2012). *La mano que piensa*. Barcelona: G. Gili. Piaget, Jean. (1975). *Psicología de la inteligencia*. Buenos Aires: Ed.
- Psique. Rowe, C. and Slutzky, R. (1963) "Transparency: Literal and Phenomenal". *Perspecta*, Vol. 8, pp. 45-54.
- Tufte, Edward R. (2006). *Beautiful evidence*. Connecticut: Graphic Press.
- multidisciplinario. Editorial Mc Graw Hill. México. 2004.
- Amabile, T. (1988) A model of creativity and innovation in organizations in B.M. Staw & L. L. Cummings (eds), *Research in Organizational Behavior*, CT: JAI, Greenwich.
- Annarella, L. A. (1999) *Encouraging creativity and imagination in the classroom*, Viewpoints, Illinois.
- Ball, S. (1994) *Education reform: a perhaps and post structural approach*, Open University Press, Buckingham.
- Besemer, S. P. & Treffinger, D. J. (1981) Analysis of creative products: review and synthesis in *The Journal of Creative Behavior*, vol.15, no.3, pages 158-77.
- Craft, A. (2000) *Creativity across the primary curriculum*, Routledge: London.
- Craft, A. (2001) *An analysis of research and literature on Creativity in Education*. Report prepared for the Qualifications and Curriculum Authority. Accesible en www.euvonal.hu/images/creativity_report.pdf
- Eisner, E. (1966). *A Typology of Creative Behavior in the Visual Arts*. Readings in Art Education. Blaisdell Publishing, Waltham: MA.
- Ekvall, G. (1996) Organizational climate for creativity and innovation in European work and organizational psychology, 5, pages 105-123.
- Fatt, J. P. (1998) Creativity in business and innovative organizations in *Industry and Higher Education*, vol.12, no.2, April, pages 84-92.
- Fryer, M. (1996) *Creative teaching and learning*, Paul Chapman Publishing Ltd, London.
- Hargreaves, A. (1994) *Changing teachers, changing times: teachers' work and culture in the post-modern age*, Cassell: London.
- Heeboll, J. (1997) Can entrepreneurship be taught? A Danish case study in *Industry and Higher Education*, vol.11, no.3, June, pages 171-73.

- Isaksen, S.G. (1995) Some recent developments on assessing the climate for creativity and change, paper presented at the International Conference on Climate for Creativity and Change, Centre for Studies in Creativity, Buffalo: USA.
- Kessler, R. (2000) The soul of education: helping students find connection, compassion and character at school, Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, Virginia.
- Lucas, B. (2001) The power of creative interventions for learners in Craft, A, Jeffrey, B, Leibling, M. Creativity in education: current perspectives on policy and practice, Continuum: London.
- Muñoz, L. (2013). Los enemigos de la creatividad. Accesible en <http://www.youtube.com/watch?v=v0SZn-FIhv8>
- National Advisory Committee on Creative and Cultural Education (NACCCE) (1999) All our futures: creativity, culture and education, Department for Education and Employment: London.
- Seltzer, K. & Bentley, T. (1999) The creative age: knowledge and skills for the new economy, Demos: London.
- Shallcross, D.J. (1981) Teaching creative behaviour: how to teach creativity in children of all ages, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Sternberg, R. J. & Lubart, T.L. (1991) 'An investment theory of creativity and its development' in Human Development, 34, pages 1-31.
- Torrance, E.P. (1974) Torrance tests of creative thinking, Ginn & Company (Xerox Corporation), Lexington, MA.
- Williams, R. (1992) The Creative mind. In The long revolution. The Horarth Press. Great Britain, pages 3-40
- McKim Robert (1972) Experiencias de Pensamiento Visual, Revista Creatividad y Sociedad C/ Salud, 15 5ª dcha 28013 – Madrid - www.creatividadysociedad.com
- Arnheim Rudolf (2006) el pensamiento visual alianza editorial, madrid
- Amabile, T. (1988) A model of creativity and innovation in organizations in B.M. Staw & L. L. Cunnings (eds), Research in Organizational Behavior, CT: JAI, Greenwich.
- Annarella, L. A. (1999) Encouraging creativity and imagination in the classroom, Viewpoints, Illinois.

- Ball, S. (1994) Education reform: a perhaps and post structural approach, Open University Press, Buckingham.
 - Besemer, S. P. & Treffinger, D. J. (1981) Analysis of creative products: review and synthesis in *The Journal of Creative Behavior*, vol.15, no.3, pages 158-77.
 - Craft, A. (2000) *Creativity across the primary curriculum*, Routledge: London.
 - Craft, A. (2001) An analysis of research and literature on Creativity in Education. Report prepared for the Qualifications and Curriculum Authority. Accessible en www.evonal.hu/images/creativity_report.pdf
 - Eisner, E. (1966). *A Typology of Creative Behavior in the Visual Arts*. Readings in Art Education. Blaisdell Publishing, Waltham: MA.
 - Ekvall, G. (1996) Organizational climate for creativity and innovation in European work and organizational psychology, 5, pages 105-123.
 - Fatt, J. P. (1998) Creativity in business and innovative organizations in *Industry and Higher Education*, vol.12, no.2, April, pages 84-92.
 - Fryer, M. (1996) *Creative teaching and learning*, Paul Chapman Publishing Ltd, London.
 - Hargreaves, A. (1994) *Changing teachers, changing times: teachers' work and culture in the post-modern age*, Cassell: London.
 - Heeboll, J. (1997) Can entrepreneurship be taught? A Danish case study in *Industry and Higher Education*, vol.11, no.3, June, pages 171-73.
 - Isaksen, S.G. (1995) Some recent developments on assessing the climate for creativity and change, paper presented at the International Conference on Climate for Creativity and Change, Centre for Studies in Creativity, Buffalo: USA.
 - Kessler, R. (2000) *The soul of education: helping students find connection, compassion and character at school*, Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, Virginia.
 - Lucas, B. (2001) *The power of creative interventions for learners* in Craft, A, Jeffrey, B, Leibling, M. *Creativity in education: current perspectives on policy and practice*, Continuum: London.
 - Muñoz, L. (2013). *Los enemigos de la creatividad*. Accesible en <http://www.youtube.com/watch?v=vOSZn-Flhv8>
- National Advisory Committee on Creative and Cultural Education (NACCCE) (1999) *All our*

futures: creativity, culture and education, Department for Education and Employment: London.

- Seltzer, K. & Bentley, T. (1999) *The creative age: knowledge and skills for the new economy*, Demos: London.
- Shallcross, D.J. (1981) *Teaching creative behaviour: how to teach creativity in children of all ages*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Sternberg, R. J. & Lubart, T.L. (1991) 'An investment theory of creativity and its development' in *Human Development*, 34, pages 1-31.
- Torrance, E.P. (1974) *Torrance tests of creative thinking*, Ginn & Company (Xerox Corporation), Lexington, MA.
- Williams, R. (1992) *The Creative mind*. In *The long revolution*. The Horarth Press. Great Britain, pages 3-40.
- Tristán López, Agustín y Mendoza González, Liliana. *Taxonomías sobre creatividad*. *Revista de Psicología* [online]. 2016, vol.34, n.1, pp.147-183. ISSN 0254-9247. <http://dx.doi.org/10.18800/psico.201601.006>.

EVALUACIÓN:

- ABAD, Francisco; GARRIDO, Jesús, otros (2006) "Introducción a la psicometría: Teoría Clásica de los Test y Teoría de la Respuesta al Ítem". Universidad autónoma de Madrid.
- BARRAZA, Arturo (2007) "La consulta a expertos como estrategia para la recolección de evidencias de validez basadas en el contenido". Universidad Pedagógica de Durango. INED. CENTRO PARA EL DESARROLLO DEL POTENCIAL COGNITIVO. "La Modificabilidad Cognitiva Estructural y el Programa de Enriquecimiento Instrumental, PEI-Nivel I, Módulo 1, Lima 2005.
- DAMIAN, Luis. (2007). "Evaluación de capacidades y valores en la sociedad del conocimiento". Edit.
- Norma ESQUIVEL, José y VENEGAS, Valia. (2008). "Instrumentos de medición". Gutenberg.
- GARCÍA Fraile, TOBON Sergio (coords.) 2008 *Gestión del currículo por competencias*. F.M. servicios gráficos S.A. Lima Perú
- HERNANDEZ, Roberto y otros "Metodología de la investigación" (1999). McGRAW-HILL. HUAMÁN BERRÍOS Julio Enrique. *Evaluación por competencias* MARTINIANO ROMÁN

PÉREZ, "Sociedad del conocimiento y la refundación de la escuela desde el aula, Ediciones Libro Amigo, Imprenta Sánchez, SRL, 2004.

- MEJIA, Elías. (2005). "Técnicas e instrumentos de investigación". UNMSM. MORALES, Pedro. (2007) "La fiabilidad de las pruebas y escalas". Universidad Pontificia Comillas, Madrid.
- MORALES, Pedro. (2011) "Guía para construir cuestionarios y escalas de actitudes". Universidad Rafael Landivar, Madrid. ASAMBLEA NACIONAL DE RECTORES 2008 Evaluación de los aprendizajes
- SALINAS Dino. 2002. ¡Mañana examen! La evaluación entre la teoría y la realidad. Barcelona
- GRAO. SOSA ESPINOZA, Myriam Janett. Evaluación del aprendizaje. 2009 ICE. USMP. Lima, Perú. Evaluación de competencias en la educación universitaria. 2011 UCA. UNALM. 51 documento de trabajo DEC-CONEAU – Prohibida su reproducción
- VELA DAMONTE, Jorge. Guía Metodológica de Programación Curricular Modular para la Educación Superior Tecnológica Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Contables. Vol. 17, N.º 34 | Julio - diciembre 2010 | UNMSM | Lima, Perú
- Alvéz, M (2000) Programa de liberación creativa con imagen para alumnos con dificultades de aprendizaje. Universidad de Salamanca. Siglo Cero. Volumen 31 (1).
- Belkys, R (2000) La Evaluación de la Creatividad en Preescolar desde la Perspectiva del Constructivismo Social. Revista de Investigación y Postgrado. Volumen 15. Número 2. Universidad Pedagógica Experimental Libertador
- Biencinto, C y Carballo, R (2004). Revisión de modelos de evaluación del impacto de la formación en el ámbito sanitario: de lo general a lo específico. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa. Vol.10.N2.
- Contreras, O y Romo, S (1989) Creatividad e inteligencia: una revisión de estudios comparativos. Universidad Autónoma de Madrid
- Del Moral, E (1999) El reto del desarrollo de la creatividad. Universidad de Oviedo. Primeras noticias. Comunicación y Pedagogía. 20 (160).
- De la Torre, S (1999) Creatividad en la Reforma Española. Universidad de Barcelona. Revista de Educación. 319. Gardié, O (2000).
- Perfil de Estilos de Pensamiento y Análisis de sus Posibles Implicaciones en el Desempeño de Profesionales Universitarios Venezolanos. [Http://www.talentocreativo.com](http://www.talentocreativo.com).
- Garaigordobil, M (1995) Intervención en la creatividad: evaluación de una experiencia.

- Universidad del país vasco. Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica. 1 (1).
- García, J (2003) Desarrollo, diversificación y construcción de modelos de evaluación: estrategias reflexivas de afrontamiento desde la investigación social aplicada. Universidad de Alicante: Biblioteca virtual Miguel de Cervantes.
- Monks, F (1995) Creatividad: aproximación ideográfica versus nomotética. Revista de Psicología.XIII (1).
- Molnar, G (1997) Evaluación y calidad educativa. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa. Vol.3 N.1.
- Murcia, Orozco y Dussan (2002) Sistema de evaluación para la creatividad en motricidad humana. [Http://www.efdepotes.com/Revista Digital_Buenos Aires-Año 8- N52- septiembre de 2002](http://www.efdepotes.com/Revista_Digital_Buenos_Aires-Año_8-N52-septiembre_de_2002).
- Muriá, I y Esquivias, M (1999) Una evaluación de la creatividad en la educación primaria. Universidad Anáhuac. Facultad de Psicología. UNAM. Lozano, M.E y Rivera, A (s/f) Evaluación de la práctica docente. UNAM Zaragoza, Psicología.
- Olea, J (1993) La evaluación de la creatividad: revisión y crítica. Tarbiya, N 3.
- Paredes, A (2005) La Creatividad: características y estrategias de desarrollo.
- Paredes, A (1997) La evaluación de alto orden y creatividad. Ponencia presentada en el Congreso Nacional de Investigaciones Educativas. UNMSM. Lima.
- Paredes, A (1997) Desarrollo de la creatividad: ¿quiénes y cómo deben promover?
- Paredes, A (1997) Habilidades inventivas y creativas.
- Rodríguez, M y Romero, J (2001) La creatividad en collage: su validación social. Escuela de Psicología, Universidad Central de Venezuela. Universidad de Chile (s/f) Evaluación del docente y de la docencia. Universidad de Chile.
- CANO GARCÍA, M^a Elena (2008). “La evaluación por competencias en la educación superior” [artículo en línea <http://www.ugr.es/~recfpro/rev123COL1.pdf>]. Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado. N.12, 3. Universidad de Granada.
- CEBRIÁN DE LA SERNA, Manuel y MONEDERO MOYA, Juan José (2009). “El e-portafolio y la e-rubrica en la supervisión del practicum” [artículo en línea [http://agoravirtual.es/wiki/_media/mcebrian: commonecebri.pdf](http://agoravirtual.es/wiki/_media/mcebrian:commonecebri.pdf)]. Ágoravirtual.

- GARCÍA GARCÍA, M^a José, TERRÓN LÓPEZ, M^a José y BLANCO ARCHILLA, Yolanda (2009). “Desarrollo de recursos docentes para la evaluación de competencias genéricas” [artículo en línea <http://hdl.handle.net/2099/7902>]. XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI). UPC.
- GOODRICH ANDRADE, Heidi (2000). “Using Rubrics to Promote Thinking and Learning” [artículo en línea http://www.ascd.org/publications/educational_leadership/feb00/vol57/num05/Using_Rubrics_to_Promote_Thinking_and_Learning.aspx] . Educational Leadership. Volume 57. Nº 5.
- KOHN, Alfie (2006). “The Trouble with Rubrics” [artículo en línea <http://www.alfiekohn.org/teaching/rubrics.htm>]. English Journal. Vol. 95. Nº 4.
- MARTÍNEZ-ROJAS, José Guillermo (2008). “Las rúbricas en la evaluación escolar: su construcción y su uso”. Avances en Medición. Nº 6. Avances en Medición. Nº 6.
- MERTLER, Craig A. (2001). “Designing scoring rubrics for your classroom” [artículo en línea <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=25>]. Practical Assessment, Research & Evaluation. 7(25).
- MOSKAL, Barbara M. y LEYDENS, Jon A. (2000). “Scoring rubric development: validity and reliability” [artículo en línea <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=10>]. Practical Assessment, Research & Evaluation. 7(10).
- PÉREZ LORIDO, Martín (2007). “Asignaturas virtuales en universidades presenciales: perspectivas y problemas” [artículo en línea <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n30/n30art/art309.htm>]. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación. Nº 30. Sevilla. Universidad de Sevilla.
- PICKETT, Nancy y DODGE, Bernie (2007). “Rubrics for Web Lessons” [artículo en línea <http://webquest.sdsu.edu/rubrics/weblessons.htm>]. POPHAM, W. James (1997). “What’s wrong – and what’s right – with rubrics?” [artículo en línea <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/oct97/vol55/num02/What%27s-Wrong%E2%80%94and-What%27s-Right%E2%80%94with-Rubrics.aspx>]. Educational Leadership. Vol. 55. Nº 2.
- TIERNEY, Robin y SIMON, Marielle (2004). “What’s still wrong with rubrics: focusing on the consistency of performance criteria across scale levels” [artículo en línea

<http://PAREonline.net/getvn.asp?v=9&n=2>]. Practical Assessment, Research & Evaluation. 9(2).

- TORRES GORDILLO, Juan Jesús y PERERA RODRÍGUEZ, Víctor Hugo (2010). “La rúbrica como instrumento pedagógico para la tutorización y evaluación de los aprendizajes en el foro online en Educación Superior” [artículo en línea <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n36/11.html>]. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación. Nº 36. Universidad de Sevilla.
- ZAZUETA HERNÁNDEZ, María Alejandra y HERRERA LÓPEZ, Luis Fernando (2008). “Rúbrica o matriz de valoración, herramienta de evaluación formativa y sumativa” [artículo en línea http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloIU.visualiza&articulo_id=10816]. Quaderns Digitals. Nº 55.

6: ANEXOS.

LISTA DE ANEXOS:

1. Paper Wippte 2014.
2. Proyecto Wacom, Investiga 2013.
3. PEI-Universidad EAFIT.
4. PEP-Ingeniería de Diseño de Producto.
5. Programa Dibujo PLC 2018.
6. Programa Dibujo PLF 2018.
7. Audios entrevistas a docentes.
8. Enunciados de Parciales DPF.
9. Rúbricas DPC 2018.
10. Rúbricas DPF 2018.
11. Encuestas de evaluación -Grupos de control DPF.
12. Promedio notas DPF: 2008-2017.