



Módulo de
**generación de
artefactos**

Presidente de la República
Iván Duque Márquez

Ministra de Educación Nacional
María Victoria Angulo González

Viceministro de Educación Superior
Luis Fernando Pérez

Publicación del Instituto Colombiano para la
Evaluación de la Educación (Icfes)
© Icfes, 2019.
Todos los derechos de autor reservados.

Elaborado por
Red Académica de Diseño (RAD)
Carlos Ordóñez (Icfes)
Ernesto Cuchimaque (Icfes)

Edición
Juan Camilo Gómez Barrera

Diseño de portada y diagramación
Linda Nathaly Sarmiento Olaya

¿Cómo citar?

Icfes, (2019). *Marco de referencia del módulo de generación de artefactos. Saber Pro*. Bogotá: Dirección de Evaluación, Icfes.

Directora General
María Figueroa Cahnspeyer

Secretaria General
Liliam Amparo Cubillos Vargas

Directora de Evaluación
Natalia González Gómez

Director de Producción y Operaciones
Mateo Ramírez Villaneda

Director de Tecnología
Felipe Guzmán Ramírez

Oficina Asesora de Comunicaciones y Mercadeo
María Paula Vernaza Díaz

Oficina Gestión de Proyectos de Investigación
Luis Eduardo Jaramillo Flechas

Subdirectora de Producción de Instrumentos
Nubia Rocío Sánchez Martínez

Subdirector de Diseño de Instrumentos
Luis Javier Toro Baquero

Subdirector de Estadísticas
Jorge Mario Carrasco Ortíz

Subdirectora de Análisis y Divulgación
Ana María Restrepo Sáenz

ISBN de la versión digital: 978-958-11-0861-9

Bogotá, D. C., enero de 2019

ADVERTENCIA

Todo el contenido es propiedad exclusiva y reservada del Icfes y es el resultado de investigaciones y obras protegidas por la legislación nacional e internacional. No se autoriza su reproducción, utilización ni explotación a ningún tercero. Solo se autoriza su uso para fines exclusivamente académicos. Esta información no podrá ser alterada, modificada o enmendada.

Tabla de contenido

▶ Preámbulo	4
▶ Introducción	5
1. Antecedentes	7
▶ 1.1 Marco legal	7
1.1.1 Saber Pro	7
▶ 1.2 Alcance de los exámenes de Estado	8
▶ 1.3 Historia de la prueba	9
▶ 1.4 Referentes teóricos de la prueba	10
2. Diseño de la prueba	26
▶ 2.1 Definición del objeto de evaluación	31
▶ 2.2 Estructura del objeto de evaluación: atributos evaluados ...	33
▶ Glosario de términos	48
▶ Referencias	51
▶ Tabla 1. <i>Afirmación y evidencias</i>	47

El presente documento, construido con la colaboración de un equipo de expertos de la Asociación Colombiana Red Académica de Diseño (RAD), tiene el propósito de actualizar el marco conceptual para el Módulo de generación de artefactos. Este ejercicio de escritura propició reformular la competencia del módulo hacia el contexto de la formación en las diferentes disciplinas de diseño y sus correspondientes programas académicos del país, lo que permitió ampliar la concepción del ejercicio del diseñador.

Como parte de este proceso, la Subdirección de Diseño de Instrumentos del Icfes organizó un debate con el propósito de identificar competencias específicas transversales que se forman durante los estudios de pregrado en los campos del diseño industrial, de modas y gráfico. Adicional, se buscó establecer la factibilidad de definir una competencia que esté sustentada en un sistema conceptual reconocido por la comunidad académica, susceptible de ser evaluada mediante preguntas de selección múltiple en las pruebas Saber Pro.

Para tal fin, se llevaron a cabo distintas reuniones durante el año 2018. A partir de análisis de las preguntas del módulo, que identificaron aspectos negativos y positivos, se revisó la estructura general del Módulo generación de artefactos. El resultado de ello fue una aproximación a la formulación de una competencia transversal a las diferentes modalidades, especialidades o áreas del diseño identificadas en los programas de pregrado en el país.

Posterior a ello, se fundamentó teóricamente la competencia transversal objeto de evaluación en la prueba y se desglosó en tres momentos del proceso de diseño, que se tomaron como las afirmaciones, para las cuales se enunciaron evidencias. Así, se ha logrado un nivel profundo de **conceptualización** de los aspectos disciplinares que involucra el Módulo generación de artefactos, mediante el aporte teórico realizado por los expertos invitados expuesto en el presente documento.

Hemos incluido un glosario de términos al final del documento. Todas las palabras marcadas en negrilla, pueden consultarse allí.

Introducción

En este marco de referencia, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) presenta las bases teóricas del Módulo generación de artefactos, que pertenece a los Exámenes de Estado para la Evaluación de la Educación Superior, Saber Pro. En esa medida, el objetivo principal de este documento es responder a las siguientes preguntas: ¿qué competencia se evalúa en el módulo de generación de artefactos?, ¿por qué se ha seleccionado esta competencia? y ¿cómo se evalúa esta competencia en la prueba?

El presente ejercicio de **conceptualización** ha permitido replantear la competencia por evaluar, entendida ahora como la *capacidad del estudiante de comprender los diferentes momentos del proceso proyectual y articularlos, con el fin de concebir artefactos pertinentes en contextos específicos*. En otras palabras, la competencia implica el conocimiento de los estudiantes respecto al concepto de proceso proyectual (proceso de diseño), su naturaleza y momentos generales, como elemento fundamental en la formación de los diseñadores. Cabe aclarar que no es posible evaluar la capacidad de un estudiante de desarrollar un proceso de diseño mediante una prueba de lápiz y papel en consecuencia, la competencia que puede ser posible de evaluación bajo esta directriz apela a la comprensión de la naturaleza del proceso de diseño.

Con el propósito de fundamentar la estructura de la prueba a partir de la identificación de la competencia mencionada, este documento recopila las principales referencias teóricas que permiten entender la naturaleza del diseño a partir de su aspecto metodológico disciplinar, que está sustentado en la visión que corresponde a lo que se denomina *proceso de diseño*. Son varias las perspectivas que se han tomado para entender dicho proceso como una forma de pensamiento, no

lineal, propia del diseñador. Dichas perspectivas estructuran los diferentes e iterativos momentos que permiten la creación de artefactos para contextos y situaciones determinadas. En esa medida, la perspectiva teórica que sustenta el presente documento se relaciona con la comprensión del *proceso de diseño*.

De esta manera, el presente documento aborda inicialmente una serie de antecedentes de tipo legal y una historia de la construcción de la prueba. Posteriormente, se exponen las referencias teóricas que fundamentan el proceso de diseño como elemento **determinante** en la formación de los diseñadores. A partir de la fundamentación teórica, se presenta el diseño de la prueba basado en la identificación de la competencia por evaluar, descrito en términos del diseño centrado en evidencias. Por último, se ha incluido un glosario de términos con el objetivo de aclarar conceptos relacionados con la perspectiva disciplinar del diseño que aparecen a lo largo de los elementos estructurales de la prueba.

Antecedentes

1.1 Marco legal

Los exámenes de Estado que realiza el Icfes están sustentados en la Ley 1324 de 2009, en donde se establece que el objeto del Icfes es “ofrecer el servicio de evaluación de la educación en todos sus niveles y adelantar investigación sobre los factores que inciden en la calidad educativa, con la finalidad de ofrecer información para mejorar la calidad de la educación” (artículo 12.º). Para estos efectos, en esta ley se le asigna al Icfes la función de desarrollar la fundamentación teórica de los **instrumentos de evaluación**, así como las de diseñar, elaborar y aplicar estos instrumentos, de acuerdo con las orientaciones que defina el Ministerio de Educación Nacional (MEN) (*Ibid.*, numeral 2).

En este marco legal, el Icfes diseña, desarrolla, aplica, califica y entrega resultados de tres exámenes de Estado, Saber 11.º, Saber TyT y Saber Pro. Adicionalmente, realiza un examen nacional por encargo del MEN para la educación básica, las pruebas Saber 3.º, 5.º y 9.º. Cada una de estas evaluaciones tiene su respaldo en distintas leyes, decretos y normativas. A continuación, se describen brevemente las normas asociadas con el módulo que es objeto de este marco, a partir de lo dispuesto en la Ley 1324 de 2009.

1.1.1 Saber Pro

La Ley 1324 de 2009 establece el Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior, Saber Pro, como un instrumento estandarizado para la evaluación externa de la calidad de la educación superior (artículo 7.º). También conforma, junto con otros procesos y acciones, el Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, de manera que es otro de los instrumentos de los que el Gobierno nacional “dispone para evaluar la calidad del servicio público educativo y ejercer su inspección y vigilancia” (Decreto 3963, 2009, artículo 1.º). Según lo reglamentado en el anterior decreto, el diseño definitivo de los nuevos exámenes Saber Pro tendrá una vigencia de, por lo menos, doce años (artículo 3.º). Una vez sea adoptado de manera definitiva cada módulo de los exámenes será posible iniciar la generación de resultados comparables.

1.2 Alcance de los exámenes de Estado

Vale la pena señalar qué instancias participan en los procesos de evaluación de la educación y de qué manera lo hacen. Por un lado, las funciones que le competen al Icfes, al MEN y a otras entidades en la evaluación de la educación básica, media y superior se delimitan de la siguiente manera: el MEN define las políticas, los propósitos y los usos de las evaluaciones, al igual que los referentes de lo que se quiere evaluar, en consulta con los grupos de interés; también hace seguimiento a estrategias y planes de mejoramiento. Así, a partir de los criterios definidos por el MEN, el Icfes diseña, construye y aplica las evaluaciones; analiza y divulga los resultados, e identifica aspectos críticos. Debido al desarrollo de estas funciones, otras entidades —como las secretarías de educación, los establecimientos educativos y las instituciones de educación superior— formulan, implementan y coordinan planes de mejoramiento.

Por otro lado, se cuenta con asesoría académica y técnica como parte fundamental de las labores propias del desarrollo de las evaluaciones a cargo del Icfes. Teniendo en cuenta que los lineamientos para el diseño de los nuevos exámenes se definieron de acuerdo con la política de formación por competencias del MEN, estas evaluaciones se desarrollaron en todas sus etapas (diseño, construcción de instrumentos, **validación**, calificación) con la participación permanente de las comunidades académicas y de las redes y asociaciones de facultades y programas, tanto en lo que se refiere a la educación básica y media como a la superior. Además, desde 2014 se ha contado con la puesta en funcionamiento de los Comités Técnicos de Área, que son una instancia consultiva de la Dirección de Evaluación para monitorear y hacer seguimiento a las evaluaciones que realiza el Icfes. Esta instancia está conformada por consultores de alto nivel en las distintas áreas evaluadas en los exámenes Saber.

1.3 Historia de la prueba

En el 2010, luego de la promulgación de la ley que establece la evaluación de los estudiantes de programas de educación superior, el Icfes invitó a la Red Académica de Diseño (RAD) a participar en un proyecto para determinar las competencias fundamentales que deben tener los estudiantes que hayan culminado el setenta y cinco por ciento (75 %) de sus programas académicos profesionales universitarios en diseño. Para ello se conformó una comisión que trabajó en el desarrollo de una propuesta que fue entregada al Icfes en diciembre de 2010.

Esta primera etapa de construcción de la prueba culminó en una propuesta en el año 2012. Allí se produjo un primer resultado de la reflexión desde la academia que contenía la síntesis respecto al análisis y reflexión en torno al concepto de “artefacto”, visto desde una perspectiva epistemológica externa a las disciplinas creativas, que permitía insertarse en la realidad de todas ellas. En este sentido, se definieron tres elementos comunes a los procesos de formación en diseño y que son susceptibles de ser evaluados en todas las áreas del diseño. Estos son:

- Desarrollan artefactos.
- Producen sentido.
- Transforman el entorno.

De acuerdo con lo anterior, es posible afirmar que los procesos de formación en diseño se centran en el desarrollo de artefactos. Estos, una vez instalados en la sociedad, tienen como fin la producción de sentido en diversos niveles y, en consecuencia, generan una transformación del entorno. El término *artefacto* se definió desde la perspectiva de Krippendorff (2006), quien indica que un artefacto es un “producto de una habilidad entrenada”. Esto significa que la naturaleza de los artefactos trasciende el hecho de su materialidad, razón por la cual estos pueden entenderse en términos de ideas, proyectos, productos, discursos, interacciones o prácticas de diferente índole. La generación de todo artefacto, es decir, todo el proceso que implica su desarrollo, proviene, según Krippendorff (2006), del ejercicio consciente y reiterado de unas prácticas corporales que permite, a quien las ejecuta, controlar el propio cuerpo y las herramientas o instrumentos asociados.

Esta práctica reiterada tiene como resultado no solo la transformación del propio cuerpo, sino, como lo señala Senett (2009), la producción de un tipo de conocimiento difícilmente verbalizable, aunque existente. Se trata, entonces, del tipo de conocimiento característico de las disciplinas creativas. Para el ámbito del diseño, lo anterior incluye más allá de las formas de hacer, las formas de pensar y de saber, y las de pensar el hacer y el saber hacer; es decir, una aproximación a la comprensión del pensamiento proyectual.

1.4 Referentes teóricos de la prueba

En el presente apartado se exponen las perspectivas teóricas que permiten la comprensión del proceso de diseño, su naturaleza, características y momentos. Dichas perspectivas desarrollan, mediante un recorrido histórico que resalta los desarrollos más recientes, los aspectos metodológicos del diseño, la metodología de diseño y el proceso proyectual. Para efectos de la construcción de la evaluación, se han definido tres momentos del proceso de diseño generales que se identifican siempre en el proceso de diseño: un momento de aproximación y conocimiento del contexto donde se identifica una oportunidad de intervención, un momento donde se define de manera integral un artefacto y un momento donde se comprueba la intervención de dicho artefacto en el contexto. En ese sentido, se puede dar cuenta del aprendizaje de una estructura de pensamiento general que el estudiante forja a lo largo de su experiencia académica, y que constituye el eje fundamental de los procesos de formación en las disciplinas proyectuales. Dichos momentos han sido identificados por diversos autores a lo largo del desarrollo histórico de la disciplina. A su vez, incluyen elementos intrínsecos de un proceso proyectual y componentes de una estructura amplia que el diseñador es capaz de dominar para concretar un artefacto como solución a una problemática donde se identifica una oportunidad de diseño.

A continuación, se presenta un análisis del desarrollo histórico de los conceptos *metodología de diseño*, *proceso de diseño* y *pensamiento de diseño*. Estos conceptos se estructuran en etapas generales que, para el caso particular de este marco, se han

definido como momentos. Cabe indicar que el análisis, a pesar de orientarse a partir de la perspectiva del diseño industrial, se puede aplicar en gran medida a todos los diseños.

La Escuela Superior de diseño de Ulm (1953-1968) en adelante HfG Ulm, durante los años sesenta del siglo pasado, fue la encargada de desplegar los primeros estudios en relación con la metodología de diseño, en la medida en que su programa de formación era el escenario propicio para el desarrollo de este concepto. Debido al incremento de la complejidad en los proyectos realizados por diseñadores para la industria del momento (Bürdek, 1994), se planteó la necesidad de profundizar en la dimensión metodológica del diseño.

En consecuencia, el planteamiento metodológico de la HfG Ulm se define como la metodología clásica del diseño (Bürdek, 1994). Esta metodología clásica se caracteriza por el carácter científico que se deseaba implementar en el proceso de diseño, mediante la revisión de conocimientos como el análisis matemático de complejidad, análisis vectorial, análisis de matrices, programación lineal, topología, cibernética, teoría de algoritmos, antropología, psicología experimental y teoría de los juegos. Fue Hans Gugelot, en 1963, quien se encargó de desarrollar la propuesta para la metodología clásica del diseño, mediante la caracterización de una serie de etapas:

- Etapa de información. Consiste en recolectar toda la información posible sobre la compañía para la que se va a diseñar: prioridades, tipo de productos, programas de desarrollo, infraestructura productiva, sistema administrativo, etc. Allí se estudian productos similares en el mercado.
- Etapa de investigación sobre las necesidades del usuario, del contexto del producto, sobre aspectos funcionales y nuevos métodos de producción posibles. Con esta etapa se obtienen **requerimientos**.
- Etapa de diseño. Consiste en la exploración de nuevas posibilidades formales, o estudio tipológico. Esta etapa se apoya en diversos conocimientos científicos y no en la inspiración del diseñador.

- Etapa de decisión. En esta etapa, el diseño se presenta tanto al departamento de ventas como al de producción, para lo cual, es necesario presentar estudios de costo-beneficio; en particular es necesario presentarle un estudio tecnológico bien fundamentado al departamento de producción.
- Etapa de cálculo. Se ajusta el diseño a las normas y estándares de materiales y producción. Allí se establece el cálculo de resistencias, desgaste, etc. En el caso del diseño gráfico, esta etapa se refiere al cálculo de folios o pliegos para la impresión, etc.
- Construcción prototipo. Se realizan pruebas con el prototipo, el cual se evalúa con respecto a los objetivos iniciales (Rodríguez, 2004, p.30-32).

Teniendo en cuenta que la tendencia a la racionalización se genera en el contexto del pensamiento cartesiano, y que para la década del sesenta esta predominaba, es perceptible la relación existente entre las etapas desarrolladas por Gugelot y las tareas básicas o principios que despliega el método desarrollado por Descartes (2010):

- a. Verificar las evidencias reales acerca del fenómeno estudiado, o principio de duda o evidencia sistemática.
- b. Analizar el fenómeno en todas sus unidades fundamentales de composición posibles, o principio de análisis o descomposición.
- c. Sintetizar nuevamente dichas unidades en su conjunto real, o principio de la síntesis o la composición.
- d. Enumerar las conclusiones y principios aplicados para conservar un orden de pensamiento, o principio de la enumeración o **verificación**.

En síntesis, la metodología clásica de Ulm se caracteriza por su carácter cientificista, motivado por el deseo de racionalizar el proceso de diseño mediante una guía básica. Posteriormente, este carácter tendría cabida en diferentes propuestas orientadas a planificar el proceso proyectual por medio de la identificación de etapas específicas, hasta el punto de provocar diversas reflexiones respecto al concepto de metodología de diseño. Esta situación, de alguna manera, se retoma en el contexto de concretar una prueba específica para la evaluación de una competencia transversal en diseño; si se revisan los postulados respecto a las etapas o tareas básicas características de Ulm, estas coinciden en la estructuración general a manera de momentos, según lo planteado por el equipo de expertos RAD.

Estas discusiones se afianzaron en la necesidad de establecer un método para el diseño, dada la complejidad de la industrialización de esa época, en la que se consideró que no era suficiente la intuición que hasta el momento dominaba lo proyectual. Esta situación propició un mayor acercamiento al método científico y a adoptar una perspectiva desde la ingeniería para el proceso proyectual. Fue así como una serie de discusiones alrededor de los métodos de diseño sentaron las bases para los planteamientos de teóricos como Archer, Alexander, Jones y Asimov, por nombrar algunos de los autores más difundidos, que se exponen a continuación.

La búsqueda de métodos de diseño sustentados desde la ciencia dio origen al denominado Movimiento de los Métodos de Diseño. En ese contexto, Bruce Archer, en trabajos publicados en la revista inglesa *Design*, entre los años de 1963 y 1964, dio a conocer su método sistemático para diseñadores, en el cual estructuró el proceso de diseño en tres fases: analítica, creativa y de ejecución. Su método se inscribe en una perspectiva que refiere el acto proyectual en la selección de los materiales adecuados y su transformación formal enfocado en la satisfacción de necesidades estéticas y funcionales en un contexto limitado por los **procesos de producción** disponibles (Archer, 1968).

Una de las características más sobresalientes del método planteado por Archer (1968) es el despliegue de 229 actividades detalladas, incluidas a lo largo de las tres fases mencionadas. En la fase analítica se busca obtener información relevante que permita definir el problema; allí se incluyen aspectos como problema, programación

y obtención de información. En la fase creativa se analiza y sintetiza la información recopilada con el objetivo de desarrollar propuestas de diseño; incluye etapas como análisis, síntesis y desarrollo. Por último, en la fase ejecutiva se realizan estudios que permiten la evaluación del diseño, con miras a su producción; se incluyen elementos como comunicación y solución.

En 1964, y en sintonía con los estudios desarrollados por Maldonado y Bonsiepe en la HfG de Ulm respecto a la “cientificidad” del diseño, Christopher Alexander, uno de los precursores en el estudio de la metodología de diseño, identificó una serie de argumentos que evidencian la necesidad de implementar en el proceso proyectual un método para su desarrollo. Estas consideraciones surgieron de su interpretación de la coyuntura y, en consecuencia la caracterizan mediante las siguientes premisas:

- Las dificultades que surgen en torno a un proyecto se han tornado demasiado complejas para afrontarlas de una forma puramente intuitiva.
- La cantidad de información necesaria para la solución de estas dificultades se dispara hasta el punto de que un diseñador, en solitario, no puede reunirlos ni mucho menos elaborarlos.
- El número de problemas proyectuales se ha multiplicado rápidamente.
- La clase de problemas de este tipo se transforma a un ritmo más rápido que en otros tiempos; de forma que apenas se puede recurrir a experiencias avaladas por el tiempo (Burdek, 1994, p.155).

En consecuencia, Alexander (1976) insiste en la necesidad de generar un método para el diseño a partir de las ciencias. Esto lo concluye basado en el análisis de los métodos existentes y en el hecho de que los productos desarrollados a partir de métodos racionales no eran mejores que aquellos desarrollados por medio de métodos intuitivos. Lo anterior se puede deducir debido a una falta de rigurosidad en los métodos racionales (Rodríguez, 2006). De igual manera, en su intención de trazar un camino claro hacia la síntesis formal, Alexander (1976) determinó que los

métodos tradicionales que aplican los diseñadores desarrollaban respuestas más de tipo cultural, alejadas de la estructura racional del problema. Por tanto, su método se encaminó a proporcionar esta rigurosidad en el proceso de descomponer el problema en sus elementos constitutivos, planteando seis pasos para tal fin:

- a. Definición del problema mediante una lista que explicita sus límites y sus **requerimientos**.
- b. Mediante la lista de exigencias se estudia el comportamiento de todos los sistemas del contexto.
- c. Sobre cada par de exigencias, se da un juicio con el objeto de determinar si las soluciones a una de las exigencias están determinadas con las de otra (esta relación puede ser positiva o negativa).
- d. Se analiza y descompone la matriz resultante del paso anterior y se establece una jerarquía de subsistemas.
- e. Por medio de diagramas, se encuentra una solución a las exigencias de cada subsistema.
- f. Los diagramas se van desarrollando hasta lograr un proyecto, que es la síntesis formal de las exigencias (Rodríguez. 2004, p.32-33).

En esa medida, el factor **determinante** en la creación de un método científico para el diseño se ubica en la adaptación de la estructura del problema al análisis riguroso y profundo de este; lo que a su vez, permite determinar una ruta clara hacia la síntesis formal. Para tal fin, Alexander (1976) se basó en la teoría de los conjuntos, enfatizando en el uso de computadores para el análisis de matrices que permiten determinar los **requerimientos** y exigencias del problema propuesto.

Por otra parte, Jones (1976) reflexionó sobre el proceso de diseño, al recopilar y documentar el listado más completo de estrategias aplicables en los momentos definidos para este. Con la intención de configurar un método para el diseño,

desarrolló los conceptos de caja negra (*black box*) y caja transparente (*glass box*). El concepto de caja negra se entiende cuando un diseñador genera resultados en los que confía y son exitosos a menudo, pero en los que no puede explicar el proceso que lo condujo a ese fin. Este modo de diseñar supone la producción de resultados diversificados, dependiendo de la disponibilidad de tiempo para estructurar el problema. De otro lado, el diseñador, a partir del concepto de caja transparente, fija los objetivos, variables y criterios de evaluación; analiza el problema antes de iniciar la búsqueda de soluciones; aplica una evaluación verbal y lógica en lugar de experimental, y establece estrategias, que generalmente son lineales incluyendo ciclos de retroalimentación (Rodríguez, 2004).

Es importante mencionar que Jones (1976) plantea la idea de “desintegrar el proceso de diseño” (1970, p.61) con el propósito de entender la manera en que el diseñador concibe las soluciones a los problemas propuestos. Como resultado, bosqueja tres etapas para el proceso de diseño que se reflejan en el concepto de *caja transparente*:

- **Divergencia.** Esta etapa se concibe como el acto de expandir el límite de un problema de diseño, generando un espacio de búsqueda amplio para llegar a una solución. El diseñador explora todo aquello que sea relevante al problema, no existen límites definidos y los objetivos propuestos son tentativos.
- **Transformación.** Tiene como propósito definir el problema, sus objetivos y **requerimientos**. Permite configurar un patrón que genera la convergencia suficiente para llegar a una solución.
- **Convergencia.** Esta etapa constituye el diseño en sí mismo, debido a que, una vez configurada la realidad del problema es posible elegir una solución a partir de múltiples **alternativas** propuestas.

Se debe agregar que Jones (1970) desplegó el listado más extenso de estrategias, o métodos existentes, susceptibles de ser aplicados por el diseñador en cada una de estas etapas con el fin de facilitar el proceso de diseño. Al respecto, planteó tres transcurso que describen el proceso de diseño y que fundamentan su propuesta: análisis, síntesis y evaluación. A pesar de la orientación científica de sus postulados, que racionalizan el proceso de diseño, no pretende ofrecer una receta única (método) para desarrollar el acto proyectual. Por el contrario, afirma que las etapas de divergencia, transformación y convergencia “no necesariamente encajan entre sí para formar una estrategia universal compuesta de ciclos aún más detallados” (Jones, 1970, p.64).

De manera similar, Asimow (1970) planteó una descripción del proceso proyectual a lo largo de una serie de etapas análogas a los procesos relacionados con el análisis de la información. Su visión, arraigada en la ingeniería, aproxima a los diseñadores (sobre todo industriales) a la aplicación de métodos propios de esta. En sus propias palabras, la actividad creativa consiste en:

la recolección, manejo y organización creativa de información relevante de la situación problema; prescribe la derivación de decisiones que son optimizadas, comunicadas y probadas o evaluadas de esta manera; tiene carácter iterativo, debido a que a menudo, al realizarse, se dispone de nueva información o se gana nueva comprensión que se requiere se repitan operaciones previas (Asimow, 1970, p. 32).

El método de diseño propuesto por Asimow (1970) parte de una necesidad identificada, y permite determinar una serie de fases generales: análisis, síntesis, evaluación y decisión, optimización, revisión, implementación. Estas etapas se traducen en momentos específicos a lo largo del proceso de diseño orientado al desarrollo de productos: necesidad, estudio de factibilidad, proyecto preliminar y proyecto detallado. Estas etapas, de tipo primario, dan lugar a una serie de etapas subsiguientes relacionadas con el ciclo de producción y consumo: planeación de la producción, de la distribución, del consumo y del retiro. Así mismo, un intento de orden en la etapa primaria de proyecto preliminar propuesto por Asimow (1970) incluye las subetapas de:

- Preparación del diseño.
- Diseño total de subsistemas.
- Diseño total de los componentes.
- Diseño detallado de partes.
- Preparación de dibujos de ensamble.
- Construcción experimental.
- Programa de pruebas del producto.
- Análisis y predicción.
- Rediseño.

Durante los años setenta, la posición frente a la metodología del diseño cambió como resultado de los fenómenos sociales, culturales y políticos ocurridos a finales de la década anterior. Algunos de estos fenómenos fueron la aparición de un nuevo humanismo liberal, el rechazo a los valores conservadores, los movimientos revolucionarios gestados en las universidades y la aparición de movimientos políticos radicales. Este contexto dio lugar a una fuerte reacción en contra de la visión científica del diseño, gestado por teóricos que lo promulgaron como un proceso de corte científico. Precisamente, la necesidad de buscar un estatus científico para el diseño fue perdiendo fuerza, debido a que, en palabras de Rodríguez (2004), “parece ser clara la necesidad de un cierto orden en el proceso de diseño, pero esto no hace del mismo una ciencia ni obliga a aceptar el llamado método científico como modelo de orden” (2004, p.39).

En ese sentido, Bürdek (1998) describe la ruptura en el desarrollo de la metodología de diseño a partir de la perspectiva científicista, la cual se define como el cambio de paradigma en este ámbito. En este escenario, se vuelven importantes los planteamientos de Feyerabend (1975) acerca de la metodología. Cabe indicar que estos postulados fueron considerados anárquicos por los científicos de la época. La conocida postura de Feyerabend (1976) critica la aceptación universal de un único método concreto, enfatizando en la búsqueda del conocimiento a partir de diversos puntos de vista bajo

una concepción humanística por encima de la racionalista. Este cambio de paradigma metodológico empezó a tener influencia sobre el diseño y sus procesos a partir de los años ochenta, reorientando el Nuevo Diseño hacia una visión inductiva respecto al usuario y su contexto, opuesta al proceder deductivo explícito en la práctica del diseño en su etapa anterior:

En el diseño este parecer sólo cobró verdadera importancia a principios de los años ochenta, cuando el Nuevo Diseño empezó a ganar terreno a través de Memphis. Al mismo tiempo también se hizo patente un cambio de paradigmas en la metodología de diseño: hasta los años setenta los métodos empleados eran de corte deductivo, es decir, se partía de un planteamiento general del problema y se llegaba a una solución específica (del exterior al interior). En el Nuevo Diseño se procede cada vez más de forma inductiva, se cuestiona tanto a quién (a qué grupo de destino) va destinado, o si se quiere comercializar un determinado diseño (del interior al exterior) (Bürdek, 1994, p.162-163).

El cambio de paradigma se refleja en teóricos con tradición científicista como John Chris Jones y Christopher Alexander, quienes transforman su visión, expresando la desmotivación ante un encasillamiento de la actividad creativa del diseño en procesos rígidos, lógicos y sistemáticos. A lo anterior se suma la escasa evidencia del éxito en la aplicación de los métodos científicos dentro de la práctica cotidiana (profesional) del diseño. Con anterioridad, Alexander (1976) puso en evidencia esta posición al afirmar que mientras “los científicos intentan identificar los componentes de estructuras existentes, los diseñadores intentan configurar los componentes de nuevas estructuras” (Alexander, 1976, p. 18).

El nuevo aporte de Alexander (1976), que propone una segunda etapa en sus consideraciones respecto a la metodología de diseño, se desarrolla a partir de su obra *A Pattern Language* (1977). A esta obra, dedicada a las cuestiones del planeamiento y la arquitectura, Bürdek le atribuye en gran medida el cambio paradigmático. El punto central para esta afirmación se encuentra en la determinación de unos patrones, entendidos como aquellos subsistemas que se pueden seguir a lo largo del proyecto, sin tener que recorrer todo el problema y jerarquizar sus ramificaciones.

El cambio paradigmático de este planteamiento consistía en que ahora se pasaba de modelos formales de programación a descripciones de contenido de los objetos a proyectar. Desde un punto de vista teórico-científico se pasa de procedimientos prácticos a procedimientos intelectuales (Bürdek, 1998, p.163).

En consecuencia, el lenguaje de los patrones de Alexander se plantea como un método proyectual que permite una aproximación clara, no solo a las cuestiones funcionales del proyecto, sino también de los aspectos sociales, en procura de una respuesta formal. Lo anterior se produce mediante el acercamiento a los usuarios que, para el caso de los estudios realizados por Alexander (1976), se identificaron con los habitantes de las ciudades, quienes proveen desde su experiencia una nueva información que nutre el proceso de diseño. En este escenario, surge una nueva interpretación del contexto en términos del acto proyectual, pues hasta principios de los años ochenta este término aludía a las exigencias prácticas del proyecto. Dicha interpretación corresponde a la idea actual de contexto, pues se refiere a las condiciones del entorno objetual que se deben configurar. Por consiguiente, empiezan a tener cabida otras perspectivas metodológicas que amplían la concepción del proceso de diseño y por ende su metodología:

Desde un punto de vista teórico-científico se pone aquí también de manifiesto que en diseño se emplean más los métodos de las ciencias filosóficas, por ejemplo, la fenomenología o la hermenéutica, que los de las ciencias naturales, ya que con aquellos es posible describir y aclarar los contextos socio-culturales de los productos (Burdek, 1998, p.165).

De esta manera, se empiezan a proyectar horizontes diferentes en el posterior desarrollo y estudio de la relación entre diseño y ciencia, así como la relación entre diseño y las ciencias sociales, implementando nuevas maneras de acceder al conocimiento del contexto desde las humanidades. Rittel y Webber, en 1974, afirmaron que, dada la naturaleza de los problemas de diseño, denominados como “perversos” (*wicked problems*), estos no pueden ser resueltos por medio de métodos científicos, pues este tipo de métodos está orientado a la solución de problemas “dóciles” (*tame problems*) (Cross, 2007).

En adelante, se suscitan una serie de nuevos planteamientos que indagan sobre el enfoque metodológico del diseño desde la comprensión del proceso de diseño,

dejando de lado la perspectiva centrada en el método científico. Por el contrario, se centran en la visión integral de Jones en su segunda etapa, aquella que atañe al cambio paradigmático.

Así lo indica Munari (2000), quien define el proceso de diseño enfocado en un método proyectual como “una serie de operaciones necesarias dispuestas en un orden lógico dictado por la experiencia” (Munari, 2000, p.18). Esta perspectiva se aproxima a la noción de metodología de diseño al plantear la experiencia del diseñador (proyectada desde su particular modo de pensar) como el elemento fundamental para ordenar lógicamente dichas operaciones. A partir de este planteamiento, se entiende por “ordenar” el acto de decidir, basado en el proceso de diseño, sobre la específica manera que ha desarrollado el diseñador para acceder a la comprensión del entorno. Así lo indica Muari (2000) mediante su ejemplo del arroz verde, en el cual, el proceso de preparación es una receta susceptible de modificación por parte de quien lo prepara, según las propias decisiones.

Munari (2000) propone un proceso riguroso en cuanto a la cantidad de etapas que se deben desarrollar para solucionar un problema o necesidad, en donde el problema o necesidad es el punto de partida y la solución, el punto final. Allí se distinguen diferentes momentos que se pueden repetir indistintamente según las características particulares de cada problema (Munari, 2000, p.37-64). De manera similar, se formuló el planteamiento de Bernd Löbach, quien sintetiza el proceso de diseño en cuatro fases distintas (Löbach, 1981, p.139): análisis del problema, soluciones del problema, valoración de las soluciones del problema y realización de la solución del problema.

Löbach (1981) coincide con Munari (2000) al afirmar que el proceso de diseño puede ser muy complejo dependiendo del problema por solucionar. Esto se debe a que las fases no definen por completo el proceso, pues solo constituyen una orientación para el diseñador. De igual manera, para Bonsiepe (1978, págs. 154-155), la formulación del proyecto de diseño debe establecerse en un documento con los siguientes apartados:

- **Introducción:** donde se ponen de manifiesto los argumentos que guían al proyecto.
- **Finalidad general:** donde se destacan los resultados que se esperan del proyecto.
- **Finalidad específica:** donde se describen de modo específico los detalles parciales del proyecto.
- **Programa de trabajo:** donde se hace la subdivisión por etapas del programa de ejecución del proyecto.
- **Recursos Humanos:** donde se establecen las indicaciones relativas, participación y roles de los **actores** involucrados en el proceso.
- **Costos:** que establecidos como plan han de incluir las implicaciones financieras, directas e indirectas.
- **Acuerdos jurídicos:** contratación, pagos, legislación, derechos de autor.

De esta forma, para Bonsiepe (Bonsiepe, 1978) el proceso proyectual en diseño está compuesto por una macroestructura, entendida como la subdivisión del proceso proyectual en fases o etapas, y una microestructura, la cual es la descripción de las especificaciones técnicas empleadas en cada una de las fases. En ese orden de ideas, se distinguen tres bloques o etapas: una estructuración del problema proyectual, una proyectación y una realización del proyecto. Estos bloques o etapas no son lineales, ya que se desenvuelven de manera alternativa y recurrente y pueden ser distinguidos así:

- a. Descubrimiento de una necesidad.
- b. Valoración de una necesidad.
- c. Formulación general de un problema.
- d. Formulaciones particularizadas de un problema.
- e. Fraccionamiento de un problema.

-
- f. Jerarquización de los problemas parciales.
 - g. Análisis de soluciones existentes.
 - h. Desarrollo de las **alternativas** (conceptos proyectuales, esquemas proyectuales).
 - i. **Verificación** y selección de las **alternativas**.
 - j. Elaboración de detalles particulares.
 - k. Prueba de prototipo.
 - l. Modificación del prototipo.
 - m. Fabricación del preserie.

Por otra parte, resultan importantes los presupuestos teóricos sobre la metodología del diseño formulados por el mexicano Gerardo Rodríguez, que además constituyen la primera propuesta metodológica sobre el proceso de diseño en Latinoamérica. En su libro *Manual del Diseño Industrial*, se define el proceso de diseño a partir de una macroestructura consistente en una serie de etapas generales que se deben tener en cuenta a la hora de “resolver problemas de proyecto” (Rodríguez, 1995, p. 20). La propuesta metodológica que plantea el autor refiere una serie de etapas, presentes también en los planteamientos de Munari y Löbach, que constituyen la organización general del proceso de diseño referidas como una macroestructura. Estas etapas son: planteamiento o estructuración del problema, proyectación o desarrollo proyectual y producción o fabricación.

Así mismo, Rodríguez (2004, p. 98) presenta una estructura básica que todo modelo de proceso de diseño involucra, la cual incluye: problema, análisis, generación de **alternativas**, síntesis y evaluación. Cada etapa es susceptible de extenderse a diversas actividades según la complejidad del problema. Así, el proceso de diseño adquiere una dimensión más compleja, estructurada de la siguiente manera:

- Problemática.
- Definición del problema de diseño.
- Análisis de los datos.
- Enfoque de la solución.
- Análisis del problema.

- Programa de requisitos.
- Generación de **alternativas**.
- Síntesis de la alternativa óptima.
- Comunicación del resultado.
- Evaluación del resultado.

De nuevo coincide Rodríguez (2004) al determinar que estas etapas, a manera de propuesta metodológica, no constituyen un proceso totalmente lineal o determinado por una secuencia lógica, sino que, por el contrario, pueden ser iterativas y reformuladas según el caso particular de cada proyecto. Así, estos planteamientos respecto al proceso de diseño y, por ende, a una nueva comprensión de su enfoque metodológico, expresan una idea que corresponde más a una visión disciplinar, en términos de orientar su desarrollo hacia problemas de diseño y hacia lo que denomina Rodríguez (2004) como la actividad proyectual, cuyo propósito es la determinación de “las características formales de objetos que aún no existen” (Rodríguez, 2004, p.41).

Posteriormente, hasta principios de la década del noventa la noción de metodología de diseño continuó su desarrollo, por un lado, hacia la generación de diversos métodos o estrategias específicas del campo del diseño Industrial y la Ingeniería. Por otro lado, se orienta hacia la comprensión del proceso de diseño y las formas de pensamiento proyectual característico de los diseñadores en el ejercicio de su actividad, estableciendo una estrecha relación con los procesos de formación respecto a las disciplinas proyectuales.

El planteamiento de esa última perspectiva, con relación al desarrollo de un enfoque metodológico genuino para el diseño, se evidencia en la obra de Nigel Cross (2007), en la cual el diseño se concibe desde sus formas de producir conocimiento, diferenciadas de las ciencias puras y las humanidades. Así, su objeto de estudio es el mundo artificial, aquel que no está creado, y sus métodos, los proyectuales, característicos de los procesos de diseño. Estos métodos proyectuales se traducen en un concepto que permite agruparlos y que corresponde con la metodología de diseño. A partir de allí se contempla una perspectiva especial desde el reconocimiento de la manera particular en que los diseñadores piensan y su capacidad de análisis, que mezcla la racionalidad y la intuición, en contraste con un pensamiento científico totalmente estructurado y lógico.

Es importante también mencionar visiones locales al respecto de los procesos de generación de conocimiento en diseño. En este sentido, encontramos la propuesta de estructuración del proceso de diseño mediante el concepto de Investigación Creación (Ballesteros & Beltrán, 2018). Estas autoras enfatizan en que existen procesos diferenciados entre las formas de producción de las ciencias y las artes (donde se incluye el diseño), proponiendo tres momentos que, aunque no son ajenos a la investigación científica, existen en los procesos de creación en un orden diverso y de manera iterativa. Dichos tres momentos de una estructura general para el proceso de investigación creación pueden ser secuenciales, simultáneos o en orden indistinto.

El primero de ellos es la contextualización, que consiste en conocer y apropiarse la realidad para alimentar los procesos de creación. Se equipara a una búsqueda de diversos tipos de información, lo cual determina la originalidad y novedad de la producción de conocimiento mediante la revisión de referentes desde su marco disciplinar. El investigador creador se apropia de información de tal manera que esta le proporciona una contribución significativa a sus intenciones de conocimiento.

El segundo es la sensación detonante, que consiste en la toma de decisiones respecto a la interpretación, reflexión y crítica respecto a la información del contexto recabada. Así, el investigador creador asume una postura frente a la realidad contextual que le permite enfatizar en un aspecto particular de su interés. En esta etapa se detona la concreción en términos de formalización, pues el creador encuentra la intención de su creación.

El tercero es la conformación plástica, que consiste en la transformación de la realidad implícita en la creación, la cual adquiere una forma y lenguaje específicos que le permiten comunicar el mensaje que contiene. En otras palabras, se concreta la creación en un producto plástico sensorial.

En conclusión, es posible afirmar que estos tres momentos, al igual que las demás propuestas que han enmarcado tanto el desarrollo del concepto de proceso de diseño como el de metodología de diseño, guardan gran similitud y correspondencia respecto a las afirmaciones que sustentan la identificación de la competencia transversal para el Módulo de generación de artefactos. Si bien este módulo por su naturaleza no puede evaluar cada proceso de diseño presentado por cada estudiante, sí se encuentra en posibilidad de evaluar la capacidad de comprender dicho proceso y su estructuración mediante una serie de evidencias en las afirmaciones que conllevan a tareas comunes, sin que este proceso deje de mostrar la complejidad implícita de una estructura de pensamiento tan particular como es aquella propia del diseñador.

Diseño de la prueba

En el presente capítulo, y a manera de síntesis respecto al análisis de los referentes teóricos abordados en el capítulo anterior, se interpreta de manera más específica el conjunto de perspectivas teóricas desde el contexto disciplinar actual. Este análisis da lugar a una estructura actualizada del Módulo de generación de artefactos, basado en la definición de la competencia por evaluar. A partir de esta definición, se desarrolla la estructura con base en unas afirmaciones que determinan tres momentos fundamentales en el proceso de diseño.

Dentro de los procesos de formación en diseño se identifica una relación intrínseca entre su aspecto metodológico y la formación disciplinar, situación que se enmarca en la dinámica del proceso de diseño o proceso proyectual (Calvache, 2018). En consecuencia, la metodología de diseño se constituye en el elemento preponderante a la hora de determinar la competencia transversal en los procesos formativos orientados a las disciplinas proyectuales. Desde esta perspectiva, el aprendizaje se orienta desde un enfoque metodológico de diseño que, siendo el eje del proceso de formación, le otorga al estudiante la competencia de entender los momentos del proceso proyectual, desarrollando de manera autónoma su propia metodología a la hora de concebir un artefacto.

En ese sentido, se podría entender la competencia como “pensamiento proyectual” o “actitud proyectual” (Polo, 2011), denominada para efectos de esta prueba como “generación de artefactos”. Desde la perspectiva legal, es posible afirmar en relación con la reglamentación vigente que la nueva competencia establecida como “pensamiento proyectual” y sus afirmaciones (momentos) abarcan ampliamente las competencias mínimas contempladas en artículo 2 de la Resolución 3463 de 2003, por la cual el Ministerio de Educación Nacional define las características específicas de calidad para la oferta y desarrollo de los programas de formación profesional en carreras de Diseño.

Como ya se ha mencionado, diversos autores han abordado las complejidades de la metodología del diseño, y en la gran mayoría de los casos parecen presentar una serie de etapas que determinan el proceso de diseño bajo la denominación de metodología o método indistintamente. Incluso su papel dentro del ejercicio del diseño permaneció, hasta principios de los años ochenta, orientado hacia esa noción

por parte de los metodólogos: objetivizar el proceso proyectual (Bonsiepe, 1985, p.90). Bajo esta idea, se pretendía plasmar la lógica interna de los pasos seguidos por el diseñador en el desarrollo de un proyecto, asumiendo que el proceso proyectual está basado en una estructura común indiferente al problema por solucionar.

El diseño en sus inicios buscó acercarse a la noción de método de las ciencias que regía en aquel momento. A su vez, giró en torno a la producción de conocimiento, lo que era únicamente posible con la aplicación del llamado método científico establecido para solucionar problemas de índole empírico-científico. Dicho método, mediante la síntesis formal, desconocía si la propia naturaleza de estos problemas era de índole social o simbólica. Por tanto, el desarrollo de la metodología de diseño necesariamente tuvo que partir de esta base científica a la cual se adaptó por una necesidad de estructuración en el marco del paradigma racionalista. Posteriormente, fueron las diversas posturas frente al proceso de diseño, como las de Alexander (1976), Asimow (1970), Archer (1968), Jones (1976), las que dieron lugar a los métodos del diseño, entendidos como aquellos “procedimientos” para la concreción formal de los problemas por resolver.

En este punto cabe mencionar que las nociones de método de diseño y de proceso de diseño se entrelazan. Se debe aclarar que el primero es de carácter procedimental específico y el segundo alude a la comprensión de todo el proceso creativo e intelectual que desarrolla el diseñador al enfrentarse a la resolución de un problema. Aún así, ambos, en cada postura, presentan rasgos característicos desde la concepción de sus autores.

Cabe anotar que el método o los métodos de diseño no pueden constituirse en una única receta universal. Por el contrario, se definen como los caminos posibles que facilitan el alcance del conocimiento mediante una manera dirigida, centrada y determinada por la rigurosidad y responsabilidad que implica su finalidad. En este sentido, es posible afirmar que los métodos de diseño son múltiples y su diversa aplicación obedece a: la naturaleza y complejidad del problema, de la situación o de la oportunidad que amerite su intervención entre otros factores y de la capacidad de comprensión sobre el proceso de diseño que adquiere el diseñador.

Respecto a los procesos de diseño, Nigel Cross (1982) plantea que los diseñadores piensan a partir de una estructura mental dirigida a la búsqueda de diversas soluciones para un problema. Este, además, es el modelo que diferencia al diseño de las ciencias, ya que ellas procuran el entendimiento de los objetos; por su parte, que el diseño se preocupa por aquellos objetos que aún no existen. Los diseñadores han desarrollado esta estructura mental, que tradicionalmente se tomó como esquema general para la formación en diseño (Calvache, 2018). Esta estructura determina la competencia transversal como base del Módulo de generación de artefactos y se define como la capacidad de comprender el proceso de diseño por parte del estudiante.

Ahora bien, todo proceso de diseño incorpora dos ámbitos o dimensiones que Tapia (2004) denomina formal y cultural, y Lebediker (2005) denomina nivel proyecto y nivel sistema. Ambos autores enfatizan en que, más allá de la manifestación factual o formal de los objetos que conforman e inundan la cotidianidad de las culturas contemporáneas, se debe considerar el sistema de relaciones que los vincula con las materias primas de sus componentes (extraídas de entornos propios o ajenos), sus productores o fabricantes, sus tecnologías (propias o ajenas), sus canales y agentes de comercialización y los medios que los dan a conocer. De esta manera se concientiza sobre los efectos en los entornos naturales, de los intereses que articulan y de las influencias que ejercen sobre el funcionamiento social, a través de sus efectos simbólicos, económicos, políticos y culturales.

Adicionalmente, Lebediker (2005) insiste en torno al nivel sistema, cuando apunta a que también pueda denominarse nivel metaproyecto, el cual se ocupa de comprender todo aquello que conforma el entorno de los productos. Esta comprensión se basa en una perspectiva amplia y una actitud integradora que caracteriza lo que se denomina *diseño estratégico*. Paulina Becerra y Analía Cervini (2010) precisan que, gracias a este tipo de diseño, todas las variables son analizadas, enfatizadas o valoradas conforme a un lineamiento o estrategia básica.

Según Reymen (2001), “un proceso de diseño es una secuencia finita de actividades de diseño, necesarias para obtener el objetivo de diseño” (p. 25); adicional, considera esa secuencia como transiciones de estado sobre las que se pueden efectuar iteraciones. En consecuencia, los estudiantes de Diseño deben estar en capacidad de identificar unos momentos asociados a esos procesos en los que se acometen acciones concretas

con **actores** determinados, en contextos específicos y, a la vez, involucrar aspectos prescriptivos como la aplicación de estrategias, métodos, técnicas y herramientas (Reymen, 2001). De hecho, el futuro diseñador o proyectista comprende el diseño como un proceso integral que estructura diferentes momentos, no estrictamente lineales y secuenciales, articulados desde la concepción de **alternativas** hasta la realización y evaluación del artefacto o solución de un problema o necesidad de su entorno.

Por otro lado, y partiendo de las referencias teórico-conceptuales establecidas por Polo Flórez y Polo Flórez (2015, pág. 87), el diseño se establece como un *ejercicio creativo especializado, conceptual y fáctico* dado a través de los procesos de formación profesional —lo que refiere a altos niveles de competencia, coherencia y experiencia—. A su vez, se trata de un ejercicio que deviene en la construcción de un pensamiento de diseño que atañe a los diseñadores, quienes se ocupan de, por un lado, la comprensión de las necesidades humanas-sociales en tanto sean susceptibles de ser atendidas, resueltas o abordadas por la implementación de medios tangibles. Por otro lado, se ocupan de la proposición constante de soluciones-satisfactores de medios tangibles —objetos, productos, sistemas de productos, ambientes con cualidades, prestaciones, servicios viables de producir-construir y resultado de procesos mentales de *concepción, proyectación y desarrollo*—.

En este sentido, el diseñador debe comprender los recursos disponibles —tanto en el punto de partida de su participación como los medios de implementación— y coordinarlos como variables que son sensibles al contexto. Esto con el fin de asegurar que las características finales de aquellos medios integren de manera coherente los siguientes factores:

- **Funcionales**

- La relación con el artefacto y sus diferentes usuarios.
- De funcionamiento, en tanto eficiencia interna del artefacto.

- **Técnicos**

- De producción, usabilidad, comunicabilidad, lo que incluye la utilización racional de materiales.
- De los procesos productivos, de uso, mantenimiento y disposición final.

- **Económicos**

- De producción, usabilidad, comunicabilidad, lo que incluye la utilización racional de materiales.
- De los procesos productivos, de uso, mantenimiento y disposición final.

- **Culturales**

- De interpretación, comunicación y dinamización de valores propios del contexto-comunidad destino, incluyendo los valores estéticos formales y semióticos.
- De los procesos productivos, de uso, mantenimiento y disposición final.

Desde esta perspectiva se reconocen cuatro dimensiones que pueden ser organizadas o clasificadas como los factores determinantes del diseño. Estas categorías, a su vez, pueden ser agrupadas en subcategorías. Las cuatro dimensiones son: 1) el usuario final y la función; 2) los modos y medios de producción; 3) la económica en términos costos, y 4) la sociocultural en términos del contexto, en la que está contenida el factor estético.

Desde el planteamiento de Polo Flórez y Polo Flórez (2015, pág. 95), se asume que el proceso es toda actividad humana y una expresión vital que presenta interacciones en el tiempo. Es decir, los procesos son percibidos como sucesos que se vuelven tangibles en contextos específicos. Por otro lado, los procesos de diseño se definen por su contexto y propósito (dónde, condiciones, para qué), **actores** y roles (quiénes determinan, intervienen, ejecutan), objetivos o propósito, recursos (tiempos, medios e insumos), metodología (criterios, valoraciones, actitudes, métodos), límites (puntos de partida, **parámetros**, resultados) y evaluación (quién mide, compara y califica resultados).

Con respecto a la concreción de proyecto de diseño, este se asume como un devenir cognoscitivo-creativo (Polo Flórez y Polo Flórez, 2015, págs. 101-105) y como un ejercicio de función proyectual que prevé algo que existe, aún sin existir. Es decir, que tiene en cuenta la disposición de saberes y la síntesis como un estudio de lo anticipatorio y resolutivo que tiene en cuenta.

A partir de lo anterior, se define explícitamente la competencia de evaluación para el Módulo generación de artefactos. Esto se lleva a cabo a partir de la profundización del concepto de proceso de diseño, el cual es transversal a los procesos de formación de todas las áreas disciplinares que tienen cabida en la prueba.

2.1 Definición del objeto de evaluación

Aunque el lugar de confluencia natural entre las diferentes ramas del diseño es el componente proyectual, que constituye la columna vertebral de la práctica y donde se aplican de manera sinérgica los conocimientos técnicos, teóricos y metodológicos del diseñador en formación, dicho componente no puede ser evaluado a través de un examen como el del Módulo de generación de artefactos. Algunas de las razones de esto son:

- El diseño es una actividad creadora que usa y produce conocimiento situado, inseparable de las condiciones de contexto y restricciones de partida. La evaluación mediante instrumentos estandarizados y generalizados es incapaz de captar dicho conocimiento. La práctica del diseño ha de ser evaluada siendo contrastada con el caso y el proyecto que la definen.
- Existen múltiples respuestas de diseño a un problema dado. La valoración mediante **parámetros** rígidos solo cubre un rango de atributos limitado. Es más importante la robustez del diseño en el contexto al que se le destina, y el debate crítico al que es sometido por las comunidades que participan de él. Tales valoraciones cambian a ritmo con la historia.
- El diseño se basa en procesos, que son iterativos, no lineales, pero disciplinados por una lógica de proyecto que acota momentos para elaborar la información, enfrentar la incertidumbre y sintetizar la propuesta. El conocimiento y destreza del diseñador toma formas diferentes a lo largo del proceso, de manera sensible tanto en la anticipación como en la experiencia. Una evaluación del aprendizaje es, necesariamente, conocedora de tal desenvolvimiento temporal.

- El conocimiento de diseño se manifiesta en realidades concretas, sensibles, en variedad de medios, a las que se accede por la vía de la experiencia. El acto de evaluación es, por ende, un acto comprometido, presente, dialogante.
- No es posible visibilizar el conocimiento de diseño en un solo proyecto. El portafolio del diseñador, sus diarios visuales, bitácoras, libretas de boceto y otras formas de documentación dan cuenta de los procesos personales e hitos a lo largo de su búsqueda personal. Es ampliamente reconocido que el portafolio es una de las mejores fuentes de evidencia de conocimiento profesional.
- Los diseños son valorados en espacios sociales, de cultura diversa, sean gremiales, industriales, académicas, estéticas o comunitarias. La exhibición y la crítica son inherentes a la disciplina y al espacio legítimo de evaluación.

Por estas razones es necesario eliminar las palabras diseño y creación de la formulación de la competencia por evaluar, tomando en consideración que no es posible medirlas apropiadamente a través de una prueba estandarizada. Tomando en consideración los aspectos anteriores se ha definido que el módulo se denomine: generación de artefactos. Por otra parte, a partir del desarrollo teórico y su correspondiente interpretación en el contexto de la formación en diseño y más específicamente esta prueba, la competencia que se pretende evaluar es:

- **El estudiante está en capacidad de comprender los diferentes momentos del proceso proyectual y articularlos, con el fin de concebir artefactos pertinentes en contextos específicos.**

Para efectos de estructurar la prueba, se han desagregado los componentes correspondientes a la competencia planteada, de manera que su naturaleza se puede sintetizar en los siguientes enunciados:

- **Comprender los momentos del proceso proyectual:** implica tener plena consciencia de que el proceso proyectual inicia mucho antes y termina mucho después de la configuración formal (definición de los atributos físicos) de los artefactos por concebir (diseñar). Más allá de esa consciencia, implica entender que, durante el desarrollo de cada momento y aspecto del proceso proyectual, se llevan a cabo interacciones con diferentes **actores** de interés, quienes constituyen las particularidades del contexto para el que se diseña el artefacto. Por tanto, son las que le otorgan sentido y pertinencia.
- **Articular o Integrar los momentos del proceso proyectual:** implica tener consciencia de las interrelaciones o mutuas afectaciones que surgen entre las diversas decisiones de diseño que se toman en cada momento y aspecto del proceso proyectual. Esto exige saber que el proceso conlleva numerosas iteraciones en las que, conforme a la correlación de fuerzas entre los **actores** de interés involucrados, se debe definir cómo balancear las afectaciones que se generan con cada decisión.
- **Concebir artefactos pertinentes en contextos específicos:** conlleva procesos de ideación, configuración y **validación** intersubjetiva de cada uno de los atributos que constituyen las particularidades de un artefacto y sus diversas opciones de interacción interna y con el respectivo contexto, el cual le otorga sentido y razón de ser.

2.2 Estructura del objeto de evaluación: atributos evaluados

A partir de los anteriores argumentos se han definido tres afirmaciones, que hacen las veces de los momentos generales del proceso proyectual.

- Los estudiantes interpretan la información del contexto para la definición de la **propuesta de intervención**.
- Los estudiantes concretan el sistema del artefacto y sus atributos.
- Los estudiantes plantean la estrategia de evaluación del artefacto.

A continuación, se van a desagregar cada una de las afirmaciones.

Afirmación 1

Los estudiantes interpretan la información del contexto para la definición de la propuesta de intervención.

Los diseñadores interpretan la información del contexto estableciendo el punto de partida para definir la participación del diseño y sus posibles respuestas.

Constituye el primer momento en el proceso de diseño, en el cual los estudiantes, al identificar un contexto, exploran todos los elementos que según sus experiencias lo definen desde una perspectiva orientada a la búsqueda de oportunidades de diseño. En este momento de exploración, los estudiantes aplican las herramientas que consideran necesarias para acceder al conocimiento del contexto, las cuales proceden de diferentes áreas, adaptándolas a sus fines concretos de comprensión de la realidad. El diseñador, desde unas preguntas que guían su trabajo, recoge, analiza y sintetiza información específica acerca de **actores, requerimientos**, valores y otras variables de diseño, en un contexto temporal y espacialmente delimitado. Esta información le permitirá definir los criterios iniciales para formular una propuesta concreta de diseño.

El proceso de interpretación se basa en generar matrices a partir de la recolección de datos del trabajo de campo o de las fuentes de segunda mano. La lógica del proceso para lograr una competencia en este aspecto es trazar una ruta entre dato, información útil al proyecto y conocimiento a partir de la respuesta artefactual para afectar de manera positiva el contexto de trabajo. El diseñador debe aproximarse, interactuar y trabajar en equipo con muy diversos tipos de personas que forman parte de comunidades, gremios, grupos y sectores sociales del contexto respectivo, para identificar prácticas, saberes, identidades y recursos. También para reconocer una amplia gama de aspectos técnicos, económicos, sociológicos, ecológicos, culturales y políticos que, articulados en torno a una visión sistémica y diacrónica, deben ser asumidos, filtrados, ponderados y seleccionados como insumos del proceso de diseño.

Según Paul Hekkert y Matthijs van Dijkun (2014), un “contexto comprende todos los aspectos o factores que un diseñador considera para su diseño (elementos implícitos y explícitos) (p. 134)”. Por tanto, “...un diseñador debe estar prevenido de este contexto para poner los factores de contexto en posiciones, opiniones o puntos de vista y subsecuentemente establecer los **parámetros** para el producto (o la interacción con el producto)” (*ibid.*). Adicionalmente, Norman (1990) afirma que el diseño centrado en los humanos se puede definir como un proceso que requiere una profunda comprensión de los individuos. Comienza con observaciones y luego con un riguroso intento de utilizar esas observaciones para determinar los verdaderos problemas y necesidades, un proceso que podría denominarse definición de problema (contrario a la resolución del problema).

Así mismo, Tim Brown (2009) plantea que las restricciones se pueden visualizar mejor en términos de tres criterios superpuestos para ideas exitosas: la factibilidad (lo que es funcionalmente posible en el futuro previsible); viabilidad (lo que probablemente se convierta en parte de un modelo comercial sostenible); y deseabilidad (lo que tiene sentido por y para las personas). Un diseñador competente resolverá cada una de estas tres limitaciones, pero un *design thinker* las llevará a un equilibrio armónico.

Siguiendo el diseño centrado en evidencias (Icfes, 2018) desagregamos la *afirmación 1 - Los estudiantes interpretan la información del contexto para la definición de la propuesta de intervención* en dos evidencias, que dan cuenta de dos actividades fundamentales orientadas al conocimiento del contexto como punto de partida en todo proceso proyectual:

- Los estudiantes analizan la interrelación de los **actores**, factores y variables del contexto.
- Los estudiantes comprenden las condicionantes, **requerimientos** y criterios de una propuesta de intervención.

■ Evidencia 1.1

Los estudiantes analizan la interrelación de los factores/variables del contexto.

Los diseñadores analizan las interrelaciones que surgen entre los factores y variables del contexto para el desarrollo del proyecto de diseño.

El evaluado está en capacidad de identificar en el contexto qué factores o variables son necesarias para definir un campo de acción con posibilidad de intervención desde el diseño, lo cual permite analizar desde su óptica disciplinar cómo están interrelacionados. Se entiende también como la capacidad para establecer vínculos y encontrar patrones dentro del proceso investigativo, que armonicen las intenciones del diseñador y las necesidades del contexto. Más importante que la recolección de información, es la elaboración y análisis de esta para identificar y clasificar aspectos que se consideran determinantes (por tener en cuenta) y como variables (por decidir o diseñar).

En este primer momento es más evidente el aspecto transdisciplinar del ejercicio proyectual. Se puede aludir a la “transdisciplinariedad” como la práctica de un aprendizaje y quehacer holístico, que trasciende las divisiones tradicionales del saber y el conocimiento, pero no necesariamente las ignora. Bajo un enfoque transdisciplinario, no se encasilla un objeto de estudio o actividad dentro de una rama u otra del saber o la ciencia, sino que se asume su naturaleza plural que trasciende áreas y emprende su exploración y descubrimiento abiertos a todas las ramas que nos lleve. Finalmente, no menos importantes son las consideraciones de Jorge Frascara (2004) cuando enuncia que es mejor ver el diseño como el punto de cruce de un conjunto de disciplinas que convergen en función de crear comunicaciones para encarar problemas sociales mediante procesos que afectan las actitudes y el comportamiento de la gente.

■ Evidencia 1.2

Los estudiantes comprenden las condicionantes, requerimientos y criterios de una propuesta de intervención.

En un contexto dado la situación es delimitada por el proyecto de diseño, permitiendo al diseñador definir las condicionantes y requerimientos específicos.

Esto consiste en la interpretación proyectual del contexto, que permite al diseñador construir un proyecto de diseño con bases bien soportadas. Se puede afirmar que esta evidencia caracteriza al diseñador como un experto y domina el conocimiento de la situación de análisis. En este punto, se desarrollan estrategias donde se identifican, clasifican, jerarquizan y definen las condiciones y **requerimientos** tecno-productivos, funcional-operativos, estético-comunicativos y socioeconómicos, que presenta la situación por resolver en un contexto determinado.

El diseñador debe estar en capacidad de acordar con los **actores** involucrados cuáles son los aspectos que caracterizan la situación existente y que se constituyen como **parámetros** por asumir y aprovechar como oportunidades. También debe asumir y enfrentar como determinantes o amenazas. Por último, se debe resaltar que debe desplazar su centro de interés de los objetos de diseño al sistema de relaciones socioeconómicas que los generan, las cuales están enmarcadas en una dimensión territorial que las valida y les otorga un factor diferencial en el escenario global. Es decir, el diseñador ya no es un creador, sino un co-creador, un intérprete, traductor y comunicador de las “realidades” de cada territorio.

■ Afirmación 2

Los estudiantes concretan el sistema del artefacto y sus atributos.

El sistema del artefacto y sus atributos son concretados por el diseñador, planteando los alcances referentes recursos, metodologías y límites.

Este momento describe la actividad proyectual característica del diseñador, en la cual despliega sus habilidades de expresión y comunicación de conceptos, los

cuales deberán ser concretados en un artefacto o sistema de artefactos. Para tal fin, la oportunidad de diseño que ha sido identificada mediante la apropiación de la información del contexto empieza a ser visible a partir de la generación de alternativas argumentadas desde lo verbal-escrito, las **representaciones** gráficas que asignan las características, los componentes, atributos y cualidades que deben ser concretadas con base en los conocimientos específicos de la disciplina. El diseñador concreta los atributos del artefacto, planteando los alcances de este a partir de las variables que refieren:

- Desde lo práctico funcional a los recursos disponibles, los usos principales y el aprovechamiento de los recursos disponibles.
- Desde lo estético-simbólico a los códigos culturales, los tipos de percepción, las motivaciones y actitudes.
- Desde lo económico a las fuentes de financiación, las condiciones para el retorno de la inversión, el flujo de caja y las modalidades de estimulación.

A partir de los criterios de diseño, acordados con los **actores** involucrados, el diseñador adelanta un proceso iterativo de ideación, que tiende a la configuración sinérgica del sistema de atributos del artefacto en generación. El objetivo es otorgar la forma y el fondo, así como la expresión y contenido, funcionalidad, viabilidad y contextualización del artefacto resultante al medio.

En consecuencia, la macroestructura y microestructura del proceso proyectual deben ser comprendidas como la secuencia alternada de dos procesos elementales: la creación y la reducción de la variedad, que producen el planteamiento de **alternativas** proyectuales que es visible a modo metodológico en los procesos académicos y en los escenarios reales de acción. El reconocimiento de etapas para la metodología de la proyectación son espacios abiertos definidos solo por las fronteras de las evidencias obtenidas, pero que, según el objetivo, el medio y el diseñador, pueden contener actividades itinerantes. Bonsiepe (1978 p.153) propone como acotación de la fase de proyectación el desarrollo de los siguientes ítems:

- Desarrollo de las **alternativas**: entendidos como conceptos o esquemas proyectuales, obtenidos por medio de la búsqueda de analogías formales y funcionales y una diversidad de técnicas. Los conceptos o esquemas proyectuales son visibles mediante esbozos, esquemas, pre-modelos y códigos cualitativos.
- **Verificación y selección de alternativas**: dada una valoración establecida en un esquema de criterios, se elige la estrategia más completa y coherente con los objetivos establecidos previamente. Dicha alternativa será posteriormente elaborado teniendo en cuenta los detalles detalles que aportan las características del producto final.
- Elaboración de detalles particulares: son dimensionadas las partes que integran el artefacto, y es representado técnicamente.
- Prueba del prototipo: el prototipo es sometido a una serie de pruebas que permiten localizar sus fortalezas y debilidades.
- Modificación del prototipo: según los resultados arrojados en las pruebas anteriores, el artefacto es sometido a los ajustes necesarios, y se elaboran las nuevas representaciones técnicas.
- Fabricación de la pre-serie: con el prototipo ajustado, se elabora una pequeña serie que permitirá ver los detalles de forma y función en varios ítems.

En esta secuencia proyectual (Bonsiepe, 1978. p.156), se propone un escenario de análisis proyectual, el cual se acota en cuatro aspectos: 1) características de uso de un producto, 2) estructura de un producto (articulado en subsistemas), 3) funciones de un producto (funciones primarias, secundarias y terciarias) y 4) fisionomía de un producto. A partir de esto, la concreción del artefacto se realiza mediante una serie de actividades fundamentales, que reflejan la desagregación de la *afirmación 2*, los estudiantes *concretan el sistema del artefacto y sus atributos* en cinco evidencias:

- Los estudiantes generan **alternativas**.
- Los estudiantes ponderan **alternativas** de artefactos.
- Los estudiantes configuran los atributos del artefacto.
- Los estudiantes representan la propuesta de artefacto.
- Los estudiantes reconocen componentes y **protocolos de producción**.

■ Evidencia 2.1

Los estudiantes generan alternativas.

Los diseñadores generan alternativas de diseño teniendo en cuenta los medios de organización y realización, en relación con el contexto y el medio de transformación.

Uno de los eventos más significativos del momento de concreción es la generación de **alternativas** que implica la habilidad de proponer diversas opciones de solución a nivel conceptual, formal y funcional mediante el lenguaje propio del diseño. La generación de **alternativas** para el diseño del artefacto se lleva a cabo mediante la jerarquización de la información compilada previamente, con el fin de generar las relaciones entre el contexto y los medios de transformación. Durante este proceso, se elaboran múltiples clases de modelos de **representación** en torno a las **alternativas** posibles con los atributos del artefacto, constituidas como posibles soluciones al problema de diseño. Esto se torna evidente a través de documento/esquema/cuadro comparativo para la formalización del artefacto por diseñar, con base en los diferentes atributos materiales, técnicos, funcionales, económicos y estéticos.

■ Evidencia 2.2

Los estudiantes ponderan alternativas de artefactos.

Los diseñadores ponderan las alternativas de artefactos diseñados, definiendo los medios a utilizar.

En el proceso de transición para la concreción definitiva del artefacto, el diseñador pondera, aplicando sus conocimientos y experiencia, las opciones

mediante sistemas de valoración como documento-cuadro comparativo. Allí jerarquiza la pertinencia, viabilidad y sostenibilidad de las diferentes **alternativas** concebidas para la formalización del artefacto, con base en los atributos contemplados de manera que pueda elegir la alternativa definitiva. Cada una de las **alternativas** elaboradas es sometida a pruebas, en las que se revisa el cumplimiento de los criterios de diseño.

■ Evidencia 2.3

Los estudiantes configuran los atributos del artefacto.

Los diseñadores configuran los atributos del artefacto y sus interrelaciones.

Los diseñadores configuran los atributos del artefacto definido, estableciendo y organizando los recursos predeterminados. Teniendo en cuenta los criterios de diseño definidos, el diseñador, por medio de documento-esquema-cuadros descriptivos, organiza y jerarquiza la configuración de los atributos del artefacto, depurando los detalles necesarios de la alternativa final. Esto lo efectúa a partir de una configuración de los elementos constitutivos de la solución de manera que sea posible su existencia en el mundo real.

■ Evidencia 2.4

Los estudiantes configuran los atributos del artefacto.

Los diseñadores efectúan la representación de la propuesta final del artefacto definido, incluyendo sus detalles y acabados.

En este punto, el diseñador integra los atributos en la representación de la propuesta final del artefacto, incorporando sus detalles y acabados de tal modo que sea comprendido por los **actores** de la situación; esto, en últimas, es lo que lo valida como agente de intervención previo a una implementación definitiva como artefacto real (producto final) por medio de una producción orientada a dicho propósito. Al estar en un estado de transición, el artefacto es susceptible de ajustes, al denominarse prototipo. Durante el proceso de ajuste y afinamiento iterativo, los prototipos pueden representarse como bocetos

esquemáticos en 2D, realizados sobre papel o a través de medios digitales; pasando por simulaciones digitales estáticas o dinámicas (de baja, media y alta resolución) o modelos a escala en materiales que simulan los realmente previstos, hasta los más elaborados y detallados prototipos 3D hechos con los materiales definitivos. La diferencia con el artefacto final radica en que los prototipos de **representación** son hechos con medios específicos y por unidades, y el artefacto real será producido por medios de transformación industrial.

■ Evidencia 2.5

Los estudiantes reconocen componentes y protocolos de producción.

Los diseñadores reconocen requisitos y protocolos de producción, distribución, uso y desecho del artefacto.

Para este fin se establecen los modos de producción y transformación de los elementos constitutivos, procesos de elaboración y realización a través de documento/esquema/cuadro descriptivo que contiene las características, estándares, normas y protocolos que se deben considerar de manera específica. Como cierre del proceso, el diseñador lleva a cabo las consideraciones finales en donde lleva a cabo revisiones y ajustes concernientes al cumplimiento de los requisitos establecidos desde lo práctico funcional, lo estético simbólico y lo económico. A partir de los resultados de la evaluación adelantada, retroalimenta la totalidad del proceso, repite procesos o realiza ajustes hasta lograr que, en una nueva evaluación, se obtengan resultados satisfactorios.

■ Afirmación 3

Los estudiantes plantean la estrategia de evaluación del artefacto.

El propósito del diseñador en este momento del proceso proyectual es garantizar que la definición del artefacto y sus componentes cumplan su propósito en un contexto de uso específico (Chrissis, Konrad et al. 2011). Para garantizar la conformidad del artefacto, existen diferentes procesos estandarizados e integrados que direccionan

los esfuerzos del diseñador para cumplir con los requisitos del cliente, del usuario y demás **actores** interesados. Estos procesos reúnen todas las actividades necesarias para obtener una alta calidad del producto final. La evaluación, por tanto, es el proceso mediante el cual un diseñador mide el rendimiento de un artefacto, su seguridad, calidad y cumplimiento de normas establecidas. La prueba del artefacto incluye la selección, inspección, pruebas, análisis y demostración de la conformidad de cada uno de los componentes, partes y elementos que configuran dicho artefacto.

Realizar una adecuada evaluación es la clave para garantizar que el artefacto reúna todos los atributos que permitirán la satisfacción del usuario final. Según diferentes autores (Duncan, 1996; ISO, 2008; Chrissis, Konrad et al. 2011) la evaluación puede ser dividida en dos procesos independientes: **verificación** y **validación**. La **verificación** es la evaluación que permite demostrar que un producto, sistema o servicio cumple con una regulación, requisito, especificación o imposición. La **validación** es la evaluación que permite garantizar que un producto, sistema o servicio cumple con las necesidades del cliente, del usuario final y otras partes interesadas identificadas dentro de un contexto específico. A menudo implica la aceptación y adecuación con clientes externos.

La **verificación** responde a la pregunta del diseñador: ¿estamos haciendo el producto de la manera correcta? Su finalidad es garantizar que los artefactos cumplan con los requisitos especificados. El proceso de **verificación** se centra en la conformidad de especificaciones, normas y directrices para garantizar que se han aplicado correctamente. Por ejemplo, si una tolerancia geométrica o un patrón de medida se otorga a una parte durante la definición del artefacto, se debe aplicar un proceso de medición para verificar el cumplimiento del producto.

Por otra parte, la **validación** responde a la pregunta: ¿estamos haciendo el producto correcto? Busca evidencia de que el artefacto cumple con los objetivos y necesidades del usuario, como fueron expresados en los requerimientos. Un diseñador que sigue estos dos procesos a través de pruebas estará direccionando su ejercicio en la vía del desarrollo del producto correcto y de la manera correcta (Martínez, et. al. 2013). Las validaciones se desarrollan típicamente sin seguir una metodología clara por lo que los resultados varían de un proyecto a otro. Sin embargo, seguir una metodología con instrumentos bien definidos permite mejorar la efectividad del proceso de **validación** (Yang, 2005).

La estrategia de evaluación del artefacto comienza con las actividades de preparación para la prueba, sobre las cuales el diseñador define los **parámetros** por evaluar, propósitos, metas y resultados. Después planea la ejecución de las pruebas para asegurar la efectividad de la evaluación al proporcionar una gestión adecuada de los recursos y la planificación del progreso de las evaluaciones. Las actividades de la evaluación del diseño de un artefacto requieren de la definición detallada de las actividades de prueba planificadas y de su implementación exitosa. Finalmente, durante las actividades de análisis de resultados se recopila información, gestionan los datos de prueba y evalúan el resultado de cada ciclo de prueba. Cada prueba puede incluir uno o más ciclos de prueba con el fin de realimentar el proceso proyectual para corregir posibles inconformidades del artefacto.

La afirmación 3 - *Los estudiantes plantean la estrategia de evaluación del artefacto* se divide en dos evidencias:

- Los estudiantes planean la evaluación.
- Los estudiantes analizan los resultados de una prueba.

■ Evidencia 3.1

Los estudiantes planean la ejecución de una prueba.

Los diseñadores planean la ejecución de una evaluación del artefacto propuesto.

El propósito de la planificación de las pruebas es identificar y preparar el enfoque apropiado para la realización de la prueba y lograr un acuerdo con las partes interesadas sobre los objetivos correspondientes que dirigirán los criterios de aceptación. Estos criterios de conformidad deben ser definidos con anterioridad para la evaluación de acuerdo con lo expresado en los **requerimientos** y la especificación de los **parámetros** del artefacto.

Así mismo, el diseñador debe establecer los **parámetros** más relevantes para validar su intervención en el contexto, en relación con los **actores** que afecta y a las condiciones de estos. Después, el diseñador estructura y construye un conjunto de instrumentos que permitan medir el grado de cumplimiento de

cada uno de los **parámetros** de diseño definidos para cada requerimiento. Dichos instrumentos deben incorporar la medición cuantitativa y cualitativa de atributos que constituyen el artefacto.

La planeación de la prueba incluye la selección de productos y componentes de productos (muestreo) para la **verificación** o **validación** y establecer un entorno adecuado para realizar las evaluaciones. El diseñador debe identificar una muestra de componentes (productos de trabajo, piezas, partes o prototipos) para ser evaluados. Los elementos para la prueba se seleccionan en función de sus relaciones con las necesidades del usuario. Los métodos de prueba abordan el enfoque de la **verificación** y **validación** de elementos y los enfoques específicos que se utilizarán para garantizar que los elementos específicos cumplan con sus requisitos.

El diseño de una prueba también incluye el establecimiento de criterios y procedimientos. El diseñador debe identificar los protocolos específicos de comprobación que le permitan de manera satisfactoria conocer que el artefacto desarrollado sirve a su fin. Los requisitos para el entorno de prueba dependen del tipo de productos de trabajo (diseños, prototipos y versiones finales) y de los métodos de **validación** y **verificación**.

■ Evidencia 3.2

Los estudiantes analizan los resultados de una prueba.

Los diseñadores analizan los resultados de una evaluación del artefacto propuesto.

El diseñador compara los resultados de las pruebas con los criterios de aceptación con el fin de determinar la conformidad (o no) del artefacto sometido a evaluación. Estos resultados deben orientar el diseño o ajustes necesarios durante el proceso proyectual; esto quiere decir que el diseñador analiza dichos resultados de manera que pueda implementar mejoras o concluir que el artefacto se encuentra en condiciones de intervenir el contexto.

Los resultados de la **verificación** y **validación** de la ejecución de las pruebas se analizan de forma incremental para garantizar que se cumplan los requisitos.

En primer lugar, los resultados reales se comparan con los resultados esperados; así, en función de los criterios de prueba establecidos, se identifican los productos que no cumplen con sus requisitos y también se reconocen los problemas con los métodos, procedimientos, criterios y el entorno de **validación**. El diseñador usa estos resultados de las pruebas para comparar las mediciones obtenidas con los **parámetros** técnicos definidos para cada requerimiento. Luego proporciona información sobre cómo se pueden resolver los defectos e inicia las acciones correctivas.

Los resultados recopilados de las pruebas, inspecciones o revisiones se comparan con los criterios de evaluación establecidos para determinar si se debe a problemas de diseño. Por otra parte, esta comparación también puede indicar que los resultados incorrectos de la prueba se deben a un problema del procedimiento de **validación** o un problema del entorno de **validación**. Con respecto al producto del análisis, el diseñador documenta los resultados para evidenciar si las necesidades que pretendía resolver el artefacto fueron satisfechas. En el caso de deficiencias, estos informes documentan el grado de éxito o fracaso y categorizan la causa probable de las inconformidades.

Tabla 1. *Afirmación y evidencias*

Afirmación	Evidencia
1. Los estudiantes interpretan la información del contexto para la definición de la propuesta de intervención.	1.1 Los estudiantes analizan la interrelación de los actores, factores y variables del contexto.
	1.2 Los estudiantes comprenden las condicionantes, requerimientos y criterios de una propuesta de intervención.
2. Los estudiantes concretan el sistema del artefacto y sus atributos.	2.1 Los estudiantes generan alternativas.
	2.2 Los estudiantes ponderan alternativas de artefactos.
	2.3 Los estudiantes configuran los atributos del artefacto.
	2.4 Los estudiantes representan la propuesta de artefacto.
	2.5 Los estudiantes reconocen componentes y protocolos de producción.
3. Los estudiantes plantean la estrategia de evaluación del artefacto.	3.1 Los estudiantes planean la evaluación.
	3.2 Los estudiantes analizan los resultados de una prueba.

Glosario de términos

Actores: Se refiere a todos los individuos involucrados en la problemática o necesidad identificada que están inmersos en el contexto donde se ubica la oportunidad de diseño, y que el diseñador debe caracterizar e identificar a la hora de desarrollar un proyecto.

Alternativas: Propuestas de posibles soluciones orientadas a la concreción de un artefacto (que pueden ser esquemáticas inicialmente y luego se formalizan) a la necesidad, problema u oportunidad de diseño identificada.

Concepto: Los filósofos consideran el concepto no como una realidad filosófica, sino como un conocimiento o una representación dados, que se explican por unas facultades capaces de formarlo o utilizarlo. El concepto puede resultar al abstraer o formar elementos de juicio para la praxis. En diseño, se puede entender como esa facultad desde la cual el diseñador fundamenta su propuesta de artefacto.

Conceptualización: Se entiende como el proceso convergente de organización, clasificación y jerarquización de la información tomada del contexto. Con base en el planteamiento de Munari (1976. pp.352), el diseñador, al disponer de toda clase de materias, dispone de métodos que le permiten realizar el proyecto de la manera adecuada. El uso de esquemas como los sugeridos por Archer, Fallon, Sidal o Asimow permiten trazar las constantes para el desarrollo de proyecto.

Determinante: Se define como “las variables que no pueden ser controladas por el diseñador” (Jones, 1976. pp. 89), y tiene directa relación con el contexto donde el proyecto se ejecuta. En esta categoría es posible incluir los factores, pues estos constituyen aquellos elementos, circunstancias, influencias, que contribuyen a producir un resultado, y que se encuentran ya definidas por el contexto.

Instrumentos y técnicas de evaluación: Son las herramientas que permiten comprobar el desempeño y el cumplimiento conforme de un artefacto, de acuerdo con los requerimientos definidos para la satisfacción del usuario, clientes o partes interesadas.

Oportunidades de intervención: En términos de la visión tradicional del proceso de diseño se habla como la motivación principal del diseñador el problema o necesidad que identifica y puede ser solucionada o mejorada por medio de un artefacto. Para el caso de esta prueba, se han definido los problemas o necesidades en términos de oportunidades de diseño.

Parámetros: Es cualquier característica que ayuda a la especificación en datos verificables acerca del estado o cumplimiento de un requerimiento. En estadística descriptiva, el parámetro es el dato que resume el comportamiento de una **variable**. La **variable** o parámetro de diseño es todo lo que puede ser controlado por el diseñador durante el proceso de diseño (Jones, 1976. pp. 89). En esta definición caben los atributos y, en un nivel más definido, las especificaciones técnicas de un artefacto.

Procesos y protocolos de producción: Se entienden como las diversas maneras de implementar el artefacto en términos de su realización o elaboración, orientados al contexto real, mediante una organización factible y viable que constituye el protocolo.

Propuesta de intervención: Consiste en la solución estructurada y aún no configurada en su totalidad que el diseñador plantea para la oportunidad de diseño identificada, y que se concreta mediante el artefacto implementado dentro del contexto específico.

Representaciones de un artefacto: Son las diversas maneras de comunicar y visibilizar el artefacto en sus diferentes momentos. Se refiere también a aquellas técnicas y herramientas que el diseñador utiliza para lograr dicha comunicación.

Requerimientos: Son las condiciones o capacidades que debe tener un sistema, producto, servicio o componente para satisfacer un contrato, estándar, especificación u otros documentos formalmente establecidos. Los requerimientos describen las expectativas de los usuarios y cómo este interactúa con el producto. Proporcionan detalle de cómo debe comportarse un producto y especifican lo que se necesita para su desarrollo. Detallan las características que un producto debe poseer para mantener su efectividad y prever posibles problemas y limitaciones. En términos de experiencia de usuario, si la calidad del producto no concuerda con las expectativas que el usuario posee sobre él, no funcionará (Duncan, 1996).

Validación: Consiste en la evaluación que permite garantizar que un producto, sistema o servicio cumpla con las necesidades del cliente, del usuario final y otras partes interesadas identificadas dentro de un contexto específico. A menudo implica la aceptación y adecuación con clientes externos.

Variable: La variable o parámetro de diseño es todo lo que puede ser controlado por el diseñador durante el proceso de diseño (Jones, 1976. pp. 89).

Verificación: Consiste en la evaluación que permite demostrar que un producto, sistema o servicio cumple con una regulación, requisito, especificación o imposición. Contrasta con la validación.

Referencias

- Alexander, C. (1976). *Ensayo sobre la síntesis de la forma*. Buenos aires: infinito.
- Ashby, M. y Johnson, K. (2013). *Materials and design: The Art and Science Selection In Product Desing*. Oxford: Elsevier.
- Asimow, M. (1970). *Introducción al proyecto*. México: Herrero Hermanos.
- Archer, B. (1968). *Systemic method for designers*. Londres: Royal College of Art.
- Becerra, P. y Cervini, A. (2010). *En torno al producto. Diseño estratégico e innovación pyme en la ciudad de buenos aires*. Buenos Aires: Instituto metropolitano de diseño e innovación IMDI.
- Ballesteros, M. y Beltrán, E. (2018). *¿Investigar creando? Una guía para la investigación-creación en la academia*. Bogotá: Universidad del Bosque.
- Becerra, O. (2010). *Ergonomía y procesos de diseño: consideraciones metodológicas para el desarrollo de sistemas y productos*. Bogotá: D.D.
- Best, K. (2010). *The fundamental of design management*. (m. Arcos, trad.) Barcelona, España: editorial Parramon.
- Bonsiepe, G. (1978). *Teoría y práctica del diseño industrial*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Bonsiepe, G. (1985). *El diseño en la periferia*. España: Gustavo Gili.
- Brown, T. (2009). *Change by Design*. New york: Harper Collins.
- Buchanan, R. (1992). Wicked problems in Design Thinking. *Design issues*, 8(2), pp. 5-21. Recuperado de: http://www.jstor.org/stable/1511637?seq=1#page_scan_tab_contents

-
- Bürdek, B. (1994). *Diseño. Historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Calvache, D. (2018). *Apropiación curricular de la metodología del diseño en los programas de diseño industrial colombiano*. Tesis doctoral. Buenos Aires: Universidad de Palermo, Facultad de Diseño y Comunicación. Disponible en: https://www.palermo.edu/dyc/doctorado_diseno/documentacion/tesis_calvache.pdf
- Calvera, A. (ed.) (2007). *De lo bello de las cosas. Materiales para una estética del diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Castoriadis, C. (2011). *La institución imaginaria de la sociedad*. Barcelona, Barcelona: Tusquets.
- Castro, F. H. (1995). *Fundamentos del diseño tridimensional*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Cross, N. (1982). *Designerly Ways of Knowing*. *Design studies*, 3(4), pp. 221–227.
- Cross, N. (2007). *Designerly Ways of Knowing*. Berlín: Birkhäuser Architecture.
- Chaves, N. (2006). *El oficio de diseñar, propuesta a la conciencia crítica de los que comienzan*. Barcelona, Barcelona, España: Gustavo Gili.
- Chrissis, B., Konrad, D., et al. (2011). *Cmmi For Development: Guidelines for Process Integration and Product Improvement, Sei Series in Software Engineering*.
- Descartes, R. (2010). *Discurso del método*. México: Tomo.
- Duncan, R. (1996). *A Guide to The Project Management Body of Knowledge Project Manager institute*.
- González, C. (2007). *El significado del diseño y la construcción del entorno*. México: Designio.

Esperón, J. (comp.) (2013). Historia del diseño industrial. Ulm hochschule für gestaltung. Escuela superior de diseño de ulm (1953-1968). Recuperado de: <http://historia-disenio-industrial.blogspot.com.co/2013/11/ulm.html>

Feyerabend, P. (1975). *Contra el método*. Barcelona: Ariel.

Findeli, A. (2010). *Research Through Design and Transdisciplinarity: a Tentative Contribution to The Methodology of Design Research*. (n. S. Usabilidad, productor) recuperado el 12/10/2010 de agosto de 2018, de nsu: http://www.nosolousabilidad.com/articulos/investigacion_diseno.htm#biblio

Frascara, J. (2004). *Diseño gráfico para la gente*. Buenos Aires. Ediciones Infinito.

Hayes, G. (2003). *Ideo Method Cards: 51 Ways to Inspire Design*.

Heller, S. (2010). The Underground Mainstream. En h. Armstrong, *Graphic Design Theory. (Reading from the Field)*. Princenton Architectural press.

Hekkert, P. Van dijkun, M. (2014). *Vip Vision in Design: A Guidebook for Innovators*. Bis Publishers.

Hernández S, Fernández, c. y Baptista, p. (2010). *Metodología de la investigación* (quinta ed.). México: McGraw Hill.

Herrera, M. (2010). Investigación y diseño: reflexiones y consideraciones con respecto al estado de la investigación actual en diseño. Nsu, ed.: *Revista sobre personas, diseño y tecnología*.

Iso (2008). *Iso 9001:2008 Quality Management Systems Requirements, International Standards Organization: 27*.

Jones, C. (1976). *Métodos de diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.

Jones, J. y Thornely, D. (1963). *Conference on Design Methods*. Oxford: Program Press.

- Krippendorff, K. (2006). An Exploration of Artificiality. *Artifact*, 17 - 22.
- Lebendiker, A. (2005), Prólogo. Becerra, P. y Cerveni, A. *En torno al peligro*. Buenos Aires: Centro metropolitano de Diseño.
- Lecuona, M. (s.f.). *Manual sobre gestión de diseño para empresas que abren nuevos mercados*. Universidad Politécnica de Valencia, División de Investigación y Gestión del Diseño y Fabricación. Barcelona: Ediciones Interactivas Tuk, s.l.
- Lefteri, C. (2002). *Materiales para un diseño creativo*. México: McGraw Hill.
- Létourneau, J. (2007). *La caja de herramientas del joven investigador: guía de iniciación al trabajo intelectual*. Medellín: la Carreta Editores.
- Löbach, B. (1981). *Diseño industrial*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Lupton, E. (2013). *Intuición, acción, creación*. Graphic Design Thinking. Barcelona: Gustavo Gili.
- Llovet, J. (1979). *Ideología y metodología del diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Martínez, J., Lombardi, F. y Sauza J. (2013). *Visualization Model for Product Life Cycle Management*. *Annals of Faculty Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering* (Tome XI, Fascicule 1): 10.
- Maldonado, T. (1993). *El diseño industrial reconsiderado*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Margolin, V. (2005). *La investigación sobre el diseño y sus desafíos*. México D.F.: Designio.
- Manzini, E. (2015). *Cuando todos diseñan: una introducción al diseño para la innovación social*. Madrid: Experimenta.

-
- Maropoulos, P. y Ceglarek, D. (2010). Design Verification and Validation In Product Lifecycle. *Cirp Annals-Manufacturing Technology*, 59(2), 740-759.
- Max-neef, M. (2004). *Fundamentos de la transdisciplinariedad*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Miranda, C. (s.f). Tomado de: multidisciplinariedad, interdisciplinariedad transdisciplinariedad <http://portal.educar.org/creatividad/ciencias/multidisciplinariedad>
- Mootee, I. (2014). *Design Thinking*. Barcelona: Empresa Activa.
- Morin, E. (s.f.). Tomado de: ¿Qué es transdisciplinariedad? Recuperad de: <Http://www.edgarmorin.org/que-es-transdisciplinariedad.html>
- Munari, B. (2000). *Cómo nacen los objetos. Apuntes para una metodología proyectual*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Naranjo, E. (2007). *Diseño y territorio*. Varios autores. Bogotá: Programa Acunar Universidad Nacional de Colombia.
- Navarro, P., Ruiz, S., Pérez, M., Fischer, S., Maehle, E. y Reischuk, R. (2009). Automated Guide Testing Validation Guided By Annotated Use Cases. En: *Gi Jahrestagung*, pp. 2796-2804.
- Norman, D. (1990). *La psicología de los objetos cotidianos*. Madrid: editorial Nerea.
- Oecd y Eurostat. (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Madrid: Grupo Tragsa.
- Osterwalder, A, y Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, And.* (i. John, W. y Sons, ed.) New Jersey.

- Ozkaya, I. And Ö. (2006). Requirement-Driven Design: Assistance for Information Traceability in Design Computing. *Design Studies* 27(3): pp.381-398.
- Polo, R. (2001). Lo aprendible y lo enseñable en diseño; condiciones de aprendizaje/enseñanza del diseño industrial en un país en desarrollo. *Ponencia seminario virtual "huecos en la caja negra"*. Universidad autónoma de México-Azcapotzalco.
- Polo, R. y Polo, D. (2015). Diseño sin ambigüedades. *Revista Masd*, 85-11. Bogotá: Universidad el Bosque.
- Reymen, I. (2001). *Improving Design Processes Through Structured Reflection: A Domain-Independent Approach*. Technische Universiteit Eindhoven, Stan Ackermans Institute, Eindhoven.
- Ricard, A. (2000). *La aventura creativa: las raíces del diseño*. Barcelona: Ariel.
- Ricyt / Oea / Cytel Colciencias / Ocyt. (2001). *Manual de Bogotá. Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el caribe*. Manual, Bogotá.
- Rodríguez, G. (1995). *Manual de diseño industrial*. México: Gustavo Gili.
- Rodríguez, L. (2004). *Diseño: táctica y estrategia*. México: Siglo XXI.
- Rojas, A. (s.f.). *Errores de diseño, principal causa de fallas en piezas metálicas*. *Metal actual* (34), 34-39.
- Rubio, G. y Zaragoza, R. (2014). *Designpedia, 80 herramientas para construir tus ideas*. España: Lid.
- Russell, I. (2011). Synthesis. En Russell, Visual Research (págs. 186-212). Uk: Ava Publishing.

-
- Sanín, J. (2008) *Estéticas del consumo. Configuraciones de la cultura material*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Sennett, R. (2009). *El artesano*. Barcelona: Anagrama.
- Schaffhausen, C. y Kowalewski, T. (2016). *Assessing Quality of Unmet User Needs: Effects of Need Statement Characteristics*. Minneapolis: University of Minnesota.
- Simon, H. (1969). *The Sciences of The Artificial*. Cambridge: MIT Press.
- Sparke, P. (2014). *Diseño y cultura*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Stickdorn, M., Schneider, J., y et al. (2011). *This Is Service Design Thinking*. Amsterdam: BIS Publishers Bv; Edición: Nachdruck.
- Tapia, A. (2004). *El diseño gráfico en el espacio social*. México: Editorial Designio.
- Toussaint, L., Demoly, F., Lebaal, N., Gomes, S. y Moteurs, M. (2010). *Plm-Based Approach for Design Verification and Validation Using Manufacturing Process Knowledge*. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 8(1), pp. 1-7.
- Van Kuijk, J., Daalhuizen, J. y Christiaans, H. (2018) *Drivers of Usability in Product Design Practice: Induction of A Framework Through A Case Study of Three Product Development Projects*. The Netherlands: Industrial Design Engineering. Delft University of Technology.
- Vilchis, C. (2014). *Metodología del diseño: fundamentos teóricos*. México: Designio.
- Wong, W. (1995). *Fundamentos del diseño bi y tridimensional*. México: Gustavo Gilli.
- Yang, C. (2005). A Study of Prototypes, Design Activity, and Design Outcome. *Design Studies* 26 (6): pp. 649-669.



La educación
es de todos

Mineducación