

## **CAPÍTULO 3**

# **CREATIVIDAD EN LA INGENIERÍA DEL DISEÑO**

## 3 CREATIVIDAD EN LA INGENIERÍA DEL DISEÑO

### 3.1 Introducción

Dentro de las conclusiones obtenidas durante el congreso sobre oportunidades de investigación en la ingeniería del diseño para el siglo XXI, desarrollado en la Universidad de Arizona y en el que participaron los más representativos investigadores de esta ciencia, se citan cuatro líneas de actuación principales (Research Opportunities in Engineering Design, 1996):

- Herramientas y técnicas para diseño colaborativo.
- Métodos y modelos prescriptivos.
- Infraestructura y herramientas de integración sistémica
- Sistemas de apoyo a la información y gestión del conocimiento.

Dentro de la segunda línea se identifican entre otros los siguientes temas a investigar: técnicas de creatividad y de generación de ideas; metodología de diseño: herramientas y ambientes para su desarrollo, y generación rápida de conceptos.

Esto apunta al reconocimiento de la necesidad de investigar más profusamente sobre el papel de la creatividad en el diseño, tema que se desarrolla en este capítulo, formando parte junto con el anterior y el siguiente de lo que se considera una revisión sistemática del estado de la técnica de los temas relevantes en esta investigación.

Con este propósito, el capítulo está estructurado en cuatro secciones principales. En la primera se aborda la conceptualización de la creatividad con el fin de explicar sus principales rasgos y la manera como los diferentes investigadores han tratado el concepto, para concluir con una definición que se centra en las características reconocidas por la mayoría de ellos. La segunda parte presenta algunos de los modelos descriptivos del proceso creativo, centrando la atención en aquellos que buscan explicar su relación con el proceso de diseño. La descripción de algunas de las herramientas computacionales que se proponen para asistir al diseñador en la fase conceptual del proceso es tratada en la tercera parte. Allí se muestran las principales tendencias que se pueden identificar en la literatura. Finalmente, en la cuarta parte se hace una breve presentación de las técnicas de creatividad, en particular de aquellas cuatro que serán utilizadas durante la fase de evaluación experimental de esta investigación.

### 3.2 Una aproximación al concepto de creatividad

Indudablemente que abordar el tema de la creatividad aplicada a la ingeniería del diseño es un asunto complejo, dado que tanto la creatividad como el diseño mismo fase de investigación y de teorización, sin negar los grandes avances logrados en el campo del diseño, de lo cual ya se ha comentado en el capítulo anterior.

La creatividad por su parte, no se encuentra suficientemente estudiada. En ese aspecto se puede decir que su conocimiento aun es inmaduro, no obstante el gran interés que ha despertado en ámbitos como la publicidad o el arte, y los consecuentes desarrollos de técnicas para aplicarla. La sola definición es tema de polémica (al igual que la definición de diseño). Se han propuesto muchas definiciones pero como advierte Rodrigo (2000, p.16), la creatividad es «un término tan resbaladizo que los propios psicólogos advierten de que es mucho más fácil detectar que definir».

Algunos autores eluden un compromiso con la definición de la creatividad y más bien tratan el tema de la evolución en la conceptualización. Así por ejemplo González (1999, p.3) habla de la forma como el concepto de creatividad se ha movido hacia un pensamiento «comprensión integrativa, interaccionista, a partir de la cual la creatividad sólo es entendible como una resultante de agentes y recursos diversos en su naturaleza», y cita cuatro de los principales investigadores de creatividad, como lo son Csikszentmihalyi (1990), quien argumenta a la creatividad como una función que muestra la interacción entre la persona, el campo y los sistemas de dominio; Woodman (1990), muestra la misma posición, pero incluyendo los antecedentes, la persona, la situación, la conducta y las consecuencias; Amabile (1983), que trata la creatividad como la suma de dos componentes: la habilidad del individuo o del grupo en un dominio específico y la habilidad en la creatividad, todo ello catalizado por el estímulo, el cual es elemento central de la propuesta de esta investigadora; Stenberg y Lubart (1991), por su parte y luego de revisar más de 100 investigaciones, proponen también una acción integradora entre seis recursos diferentes: procesos intelectuales, conocimientos, estilos intelectuales, personalidad, motivación y ambiente.

Se pueden distinguir, por lo tanto, tres escuelas que tratan de conceptualizar la creatividad. La escuela psicológica, que la trata como el resultado de procesos mentales y de las características del individuo; la escuela historico-sociológica, que la trata como un sistema donde los individuos y los grupos sociales a los que pertenecen, son responsables del comportamiento creativo; y la escuela “incluyente”, que la asocia con el comportamiento individual pero inmerso dentro de un contexto.

Partiendo de que estas son solo una pequeña muestra de la diversidad de criterios aplicados para proponer una definición de creatividad, se puede estar de acuerdo con Sosa (2001) y afirmar que la creatividad es un sistema complejo y adaptativo, en el que actúan muchos elementos con un efecto emergente<sup>7</sup>. Las interacciones dentro de un sistema de este tipo debería verse como complejo por la cantidad de elementos y, principalmente, por la forma en que pueden interactuar entre sí (individuos, grupos sociales, ambiente externo, motivación, experiencia, formación, etc.). Además, tales interacciones y los efectos emergentes no son estáticos sino cambiantes, lo que confiere la característica de adaptabilidad a las condiciones y ambientes del entorno (que es dinámico).

Esta definición concuerda de hecho con la posición, ya comentada de Rasmussen, Pejtersen y Goodstein (1994) sobre la complejidad y la dinámica de las interacciones del proceso de diseño. En esas interacciones, la creatividad se puede entender asociándola a dos objetivos centrales:

- La introducción de originalidad como respuesta en un ambiente específico.
- La influencia sobre la comunidad que hace parte de tal ambiente, de modo que se pueda reinterpretar y resolver el problema que se plantea en un momento determinado.

De esta manera se abordan las dos condiciones sobre las que existe consenso entre la comunidad investigadora para definir un objeto creativo (Boden, 1990; Rosenman y Gero, 1993; Partridge y Rowe, 1994; Stenberg, 1988, 1999): «novedad y utilidad». Condiciones éstas que son las que confieren la especial relevancia a la creatividad dentro del proceso de diseño y como característica del producto resultante, para la innovación tecnológica, que se constituye en el eje de esta investigación.

Resulta, por lo tanto, razonable adoptar la definición simple y concisa dada por Saunders (2002, p.5): «creatividad es la habilidad de producir trabajo nuevo y apropiado», entendiendo como nuevo algo: original, inesperado o sorprendente; y por apropiado, algo: útil, valioso, adaptado; enmarcada bajo las características señaladas de ser un proceso complejo y adaptativo, cuyos efectos son emergentes. Aunque es necesario decir que tampoco hay mucho acuerdo sobre la comprensión de estos dos elementos que caracterizan la creatividad, tal como lo señala Huey (2000).

---

<sup>7</sup> Sosa (2001) atribuye Lewes la distinción de dos tipos de efectos: resultantes y emergentes. Estos últimos son producto de la configuración total de un sistema y no de sus componentes por separado. Poseen al menos tres características: No son aditivos, no son predecibles por el estudio de sus componentes y no se puede descomponer entre resultados individuales.

### 3.3 Modelos del proceso creativo

El estudio de la creatividad se ha abordado desde tres perspectivas diferentes: la psicometría, que busca medir la capacidad creadora de los individuos; la cognitiva, que enfatiza en las diferencias del proceso cognitivo individual en relación con el comportamiento creativo; y la psicología social, que estudia la correlación e influencias del ambiente sobre la creatividad de la persona.

Desde la óptica de esta investigación, sin embargo, conviene más que adentrarse en las diferentes posiciones surgidas de aquellas perspectivas mencionadas, revisar las diferentes propuestas que se han hecho para modelar el proceso creativo, debido a que el interés se centra en la actividad y sus resultados y no en las características del individuo y su comportamiento.

#### 3.3.1 Modelos descriptivos de la creatividad

Dentro de los modelos que representan el proceso creativo, es obligatorio presentar al que se puede considerar como pionero, este es el propuesto por Wallas (1926), conocido con el nombre de modelo de cuatro etapas: preparación, incubación, iluminación y verificación. Dicha propuesta tiene las implicaciones de que el pensamiento creativo es un proceso subconsciente que no puede ser dirigido y que el pensamiento creativo y analítico son complementarios entre sí. Esta concepción de modelo influyó en muchas otras propuestas, como la de Koebler y Bagmatt (1981) de ocho etapas: aceptar el reto, analizar, definir, idear, seleccionar, implementar y evaluar; la de Simonton (1988) quien dice que las ideas creativas emergen de un proceso darwiniano de variación aleatoria y selección natural; la de Parnes (1992) conocido como el modelo de solución creativa de problemas, CPS; la de Osborn (Davis, 1998) con su modelo de siete pasos: orientación, preparación, análisis, ideación, incubación, síntesis y evaluación; la de Van Oech (2003) que propone un proceso de siete etapas, agrupados en dos fases: fase germinal (motivación, búsqueda, manipulación, incubación e iluminación) y la fase práctica (evaluación y acción).

Los conceptos que sustentan las propuestas enunciadas han quedado plasmados en el modelo que Plsek (1996) llama el ciclo de síntesis del proceso creativo y que se muestra en la Figura 3.1.

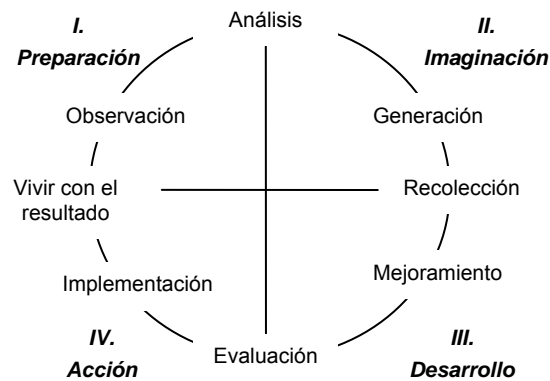


Figura 3.1 Ciclo de síntesis del proceso creativo  
Fuente: Plsek 1996

Otros modelos buscan integrar factores externos (sociales y culturales) como influyentes en la creatividad. Un ejemplo de esta clase de modelos es el conocido como el triángulo de Csikszentmihalyi (1990), representado en la Figura 3.2.

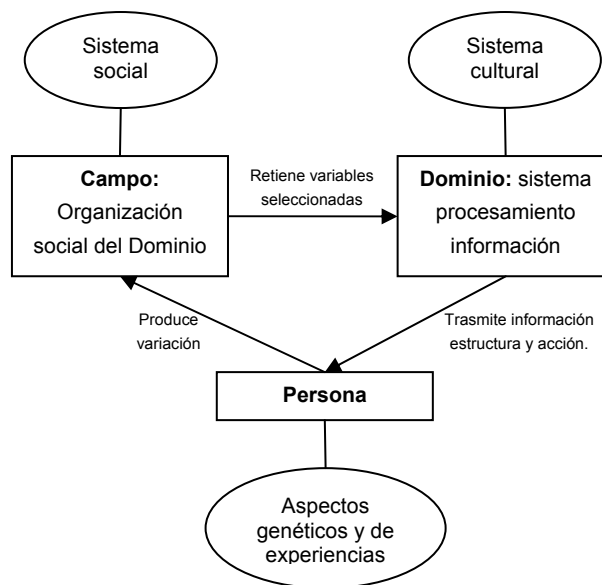


Figura 3.2 Estructura dinámica de la creatividad  
Fuente: Csikszentmihalyi (1988)

Todos ellos corresponden a modelos de tipo descriptivos, que buscan más que representar con exactitud un proceso complejo como el creativo, describir las diferentes instancias que se pueden identificar en ese tipo de proceso, en forma muy simple sin llegar a tener en cuenta todos los factores que participan en su compleja interacción.

### 3.3.2 Modelos de creatividad en diseño

Conviene centrar la discusión de la creatividad aplicada específicamente a las tareas de diseño, como objeto central de esta investigación. Evidentemente la creatividad tiene su máxima expresión cuando aborda problemas abiertos sobre los que se construye el proyecto de diseño, dadas las características de éste: la participación activa del las estrategias del ingeniero de diseño para conducir, detener y evaluar el problema, la combinación alternada de pensamiento convergente y divergente, la aplicación de abducción y la deducción como estrategias de búsqueda hacia delante y atrás, la flexibilidad para descomponer y jerarquizar los elementos del problema y la evolución del problema y la reinterpretación que ésta comporta, entre otras características.

Sosa (2001) presenta un breve resumen de los modelos que se han propuesto para explicar o al menos describir la creatividad en el diseño, dentro de los cuales cita a (p.11): Navinchandra, quien la relaciona con la introducción de nuevas variables o la modificación de las existentes; Christianns quien la propone como la forma de relacionar los requerimientos iniciales y los procesos de externalización de las ideas de solución; Herbert, Goodman y Verstijnen quienes buscan su relación con las representaciones externas de soluciones, tales como los bocetos, modelos y maquetas; Gero que la explica en función de la exploración o búsqueda, los procesos emergentes y las analogías entre diferentes dominios, incluso, dominios aparentemente lejanos; y a Maher y Poon quienes proponen la existencia de un paralelismo entre el diseño creativo y la evolución biológica.

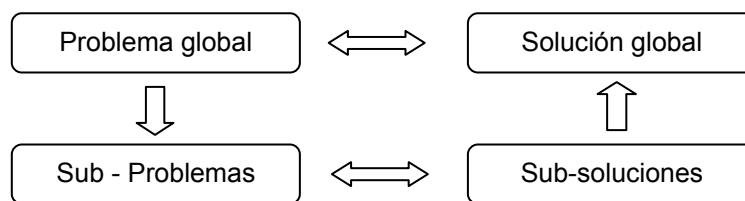


Figura 3.3 Modelo de relación simétrica entre problema y solución de diseño  
Fuente: Cross 1997

Cross(1997) identifica el «salto creativo» en el proceso de diseño (la solución inesperada, que ubica la solución a un problema en una perspectiva nueva), más que como un salto, como un puente entre el problema y la solución, donde antes no existía, es decir, un respuesta encontrada en una zona inexplorada del espacio de diseño. Por ello habla de exploración como un término más apropiado que el de búsqueda. Propone la existencia de cinco procedimientos que pueden dar lugar a una respuesta creativa en diseño: combinación, mutación, analogía, primeros principios y emergencia, de los cuales, los

primeros cuatro fueron propuestos originalmente por Rosenman y Gero (1993). Tales procedimientos son los que posibilitan la construcción del puente entre el problema y la solución, entre el análisis y la síntesis.

Liu (2000) propone la idea de que el proceso de generación y evaluación se realiza integrando niveles personales, sociales y culturales, apoyando de esta manera la argumentación de Csikszentmihayi (1990). La Figura 3.4 muestra esa estructura dual de la creatividad en diseño.

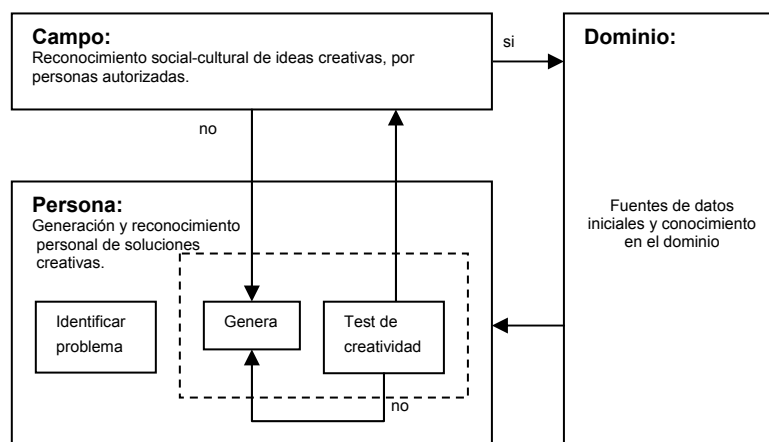


Figura 3.4 Modelo dual (generación/prueba) de creatividad en diseño  
Fuente: Lui (2000)

El modelo de Liu (2000) aunque reconoce la existencia de interacciones entre los tres niveles, no explica la forma de desarrollo de tales interacciones entre sus componentes. Una propuesta que intenta abordar esas relaciones es la de Findlay y Lumsden (1988), que denominan «modelo co-evolutivo genético-cultural de la creatividad», aunque este no está muy bien relacionado con la actividad del diseño.

Noguchi y Nagai (2002) proponen un modelo que representa la trayectoria del pensamiento durante el proceso de diseño creativo, en el que argumentan la importancia de la búsqueda, como estrategia fundamental en el diseño.

Aunque Sosa (2001) argumenta dentro de su investigación que ninguno de los modelos propuestos cubre la complejidad del proceso, se afirma que el problema de interacción de la creatividad en el diseño no se puede abordar como la falta de modelos explicativos,



sino en el cómo interpretar y cómo validar tales modelos, lo cual entrega elementos clave a tener en cuenta durante el proceso metodológico que se seguirá.

### **3.4 Herramientas computacionales de diseño conceptual creativo**

Los modelos computacionales de creatividad pueden tener tres enfoques diferentes, según Elton (1995):

- Producir sistemas computacionales que desarrollen trabajo nuevo y apropiado.
- Contribuir a la ciencia cognitiva de manera que se pueda comprender mejor los mecanismos involucrados en el pensamiento creativo.
- Proveer modelos abstractos de creatividad que no pertenezcan a un dominio específico del conocimiento para poder estudiar la creatividad en su sentido más amplio.

Boden (1999), quien explica con detalle el primero de aquellos objetivos señalando que la psicología utiliza la inteligencia artificial (AI) como herramienta para formular sus teorías y para verificar datos empíricos, propone la existencia de dos clases de creatividad: p-creatividad (p de psicológica) y h-creatividad (h de histórica). Sustenta esta clasificación en el hecho de que el resultado creativo suele ser reconocido solamente tiempo después de haber surgido y por ello habla de la creatividad histórica-sociológica. Incluso la creatividad psicológica no podría definirse como un concepto científico, en el sentido que está asociada con el valor y éste es un concepto relativo, sujeto a negociación entre los sujetos.

De acuerdo con Boden (1999) los modelos de creatividad en general se pueden dividir en dos categorías. La primera es la creatividad «combinacional», aquella que surge por la combinación o asociación entre ideas conocidas; mientras que la segunda es «exploratorio-transformacional», que surge dentro de un espacio conceptual enriquecido, por actividades de exploración y transformación de conocimiento dentro de un dominio específico; por ello, ésta puede considerarse compuesta de dos tipos de creatividad: la exploratoria y la transformacional. Hay varias propuestas de modelos basados en búsqueda y en el descubrimiento como la de Campbell, Cagan y Kotovsky (2003) que muestra cuatro aspectos del proceso de búsqueda, comenzando por la descripción del problema de diseño y sus especificaciones para luego iniciar la búsqueda y seguir en un proceso iterativo de generación de alternativas, evaluación y ajuste.

Chakrabarti (2002) las clasifica de acuerdo a la forma de aproximar la síntesis en: composicional y adaptativa. En la primera el diseño se desarrolla por combinar estructuras básicas, mientras que en la segunda, se realizan modificaciones sobre soluciones ya existentes para adaptarlas a las nuevas condiciones del nuevo problema o para generar nuevas aproximaciones más innovadoras (Mulet, 2003).

Saunders (2002), por su parte, clasifica estos modelos en tres categorías diferentes en función de la estructura de la acción creativa, las cuales se presentan a continuación: basados en reglas, de descubrimiento y de generación/evaluación. El primero tiene que ver con la codificación del conocimiento basada en reglas que producen resultados apropiados dentro de un estilo previamente determinado. Un ejemplo citado por Saunders (2002, p.8) es el desarrollo de un modelo de acuerdo al estilo de diseño de las llamadas «casas de la pradera de Wright» el cual se obtiene luego de un cuidadoso análisis de los elementos de diseño y de sus complejas relaciones para transformarlas en reglas.

En el segundo se ubican aquellos modelos de descubrimiento científico-matemático como el Dendral (Lindsay, 1993) o el Bacon, por algunos considerado como realmente creativas, pero por otros criticada bajo el argumentos de que un programa creativo debería producir soluciones nuevas y no solamente reproducir procesos para originar nuevas propuestas (Langley, 1987; Csikszentmihalyi, 1988). EURISKO es otro ejemplo interesante que utiliza un enfoque meta-heurístico para generar nuevas heurísticas. Este programa tuvo considerable éxito en generar innovaciones, pero no se ha utilizado ampliamente por la dificultad de utilización (Boden, 1999, p.366). Una tendencia actual es la utilización del lenguaje de programación lógico-inductivo (ILP) que parece exitoso cuando se aplica a dominios específicos (Colton y Stel, 1999). Estos son solo algunos ejemplos de esta clase de programas.

Los sistemas basados en procesos de generación-evaluación contienen una función de generación que produce un determinado número de soluciones para seleccionar luego la mejor de todas utilizando una segunda función de evaluación. A esta clase pertenecen los denominados «algoritmos evolutivos» (Bentle, 1999), que utilizan operadores genéticos para generar representaciones de diseños. Hay muchos ejemplos de aplicación de estos algoritmos (también conocidos como sistemas de diseño evolutivo) en diseño mecánico, electrónico, de muebles, edificios, etc. (Saunders, 2002).

Una taxonomía bien elaborada de los diferentes enfoques usados en el desarrollo de herramientas de apoyo al diseño conceptual es sustentada en su tesis por O'Sullivan (1999), quien las clasifica en seis categorías, que se presentan a continuación como marco para la descripción de algunas herramientas computacionales.

### 3.4.1 Enfoque basado en funciones

Se basa este enfoque en el objetivo de todo diseño de cumplir funciones esperadas por el cliente. La identificación de tales funciones y su desarrollo evolutivo dentro del proceso de diseño son las bases para las herramientas de este tipo. Pueden obedecer a dos formas de identificación y desarrollo funcional: los pares verbo-sustantivo, llamada «función simbólica» y las transformaciones entrada-salida, conocida como «función I/O». La primera es más flexible y el diseñador puede manejar niveles de abstracción elevados mientras que la segunda es más sistemática. Una tercera aproximación dentro del enfoque funcional es el modelo FBS (function-behaviour-structure) que será presentado con detalle en el capítulo 5.

Algunos ejemplos de sistemas que utilizan el enfoque funcional I/O son: DICAD-Entwurf (Lossack, Umeda y Tomiyama, 1998) y FuncSION (Chakrabarti, 1996), que desarrollan un modelo funcional a partir de unidades I/O, configuradas de tal manera que permiten desarrollar una descripción funcional completa de un producto por medio de un flujo de transformaciones. Su inconveniente es que su aplicación se restringe a un dominio de aplicación particular.

### 3.4.2 Enfoque basado en representaciones del dominio

El diseño se interpreta como la progresión a través de un espacio bidimensional, en el que una de las dimensiones representa el avance de la comprensión abstracta hacia una solución concreta del problema, mientras la otra, el avance de una especificación simple de la solución hacia una detallada.

Aquí aparece la que Monges (1992) denomina la «Teoría de los dominios» argumentando que un diseño mecánico puede tener cuatro dominios diferentes: proceso, función, órganos y partes. O'Sullivan (1999, p.13) cita como otro ejemplo al «Modelo de artefacto» con tres dominios: función, solución y estado; los cuales en conjunto constituyen un modelo completo del diseño de un producto.

### 3.4.3 Enfoque gramático

Se trata de definir lenguajes de diseño que permitan representar las ideas conceptuales. Se distinguen dos categorías gramaticales (de formas y de grafos) con las que se especifica un conjunto de elementos en términos de las transformaciones que se pueden emplear para generarlos. Los sistemas CAD frecuentemente usan este tipo de aproximación para validar la forma geométrica de las piezas.

#### **3.4.4 Enfoque basado en métodos geométricos**

Este enfoque busca hacer representaciones geométricas limitadas a los detalles críticos del producto, de tal manera que se deja libertad para expresar ideas conceptuales rápidamente y sin establecer compromiso con alguna alternativa. Se basa en la posibilidad de representar funciones mediante características factibles de describir geoméricamente. Van Elsas y Vergeest (1998) reportan varias posibilidades de aplicar este enfoque para modelar el diseño conceptual.

También se encuentra en aplicaciones de diseño colaborativo donde las características son representadas desde varios puntos de vista dependiendo de la disciplina particular de cada participante. En algunas aplicaciones se combina con geometría paramétrica y con modelación variacional para representar esquemas conceptuales.

#### **3.4.5 Enfoque ontológico**

Entendiendo la ontología como el conjunto de términos y conceptos comunes que son lo suficientemente generales para describir diferentes tipos de conocimiento en diferentes dominios, pero suficientemente específicos para aplicarlos a un problema particular (Hsu y Woon, 1998, p.379), se ha usado este enfoque para muchos propósitos generales en el desarrollo de producto, como por ejemplo en la ampliación de normas y procedimientos de diseño electrónico (Mentor Graphics, 1997). Otro ejemplo es el YMIR que es una ontología de tipo genérico (dominio independiente) para representar el conocimiento en ingeniería del diseño (Alberts, 1993).

#### **3.4.6 Enfoque basado en el conocimiento**

En la conceptualización del diseño se usa una variedad amplia de conocimiento: sobre la función a desempeñar, las tecnologías que puedan conducir a aquella función, coste, ciclo de vida, etc. Las herramientas que usan este enfoque son capaces de asistir al diseñador en muchos aspectos relevantes en la etapa de conceptualización. Algunas están orientadas a un campo específico de la técnica (diseño de vehículos, de edificios, etc.) y otras buscan tener un carácter genérico, como el caso de «Design model» (Keat, Tan y Mathur, 1995).

La utilización de ejemplos de diseños anteriores siempre ha sido un recurso valioso para el ingeniero, por ello hay una tendencia a desarrollar bases de datos flexibles capaces de almacenar información de diversa índole, así como colección de diseños y librerías de modelos complejos.

Un ejemplo conocido de aplicación es el llamado SchemeBuilder (Counsell, s.f), originalmente desarrollado para el diseño conceptual mecatrónico, por la Universidad de Lancaster y que ha demostrado ser útil tanto en aplicaciones académicas como industriales. Otro ejemplo, menos conocido, pero que maneja este mismo tipo de enfoque es el KIEF que interconecta el modelo de diseño FBS (Umeda, 1990) con bases de datos que almacenan información requerida para modelar las funciones (Yoshioka, 2004).

### 3.5 Técnicas de creatividad

Ya se mencionó que las herramientas de asistencia al diseñador se pueden entender bajo dos escuelas de desarrollo: aquella que se orienta al ordenador, es decir, que sea el ordenador el que desarrolle conceptos válidos, creativos y útiles en forma autónoma o cuasi-autónoma y las que se orientan al usuario mantiene el control sobre el proceso en todo momento. En el anterior apartado se presentaron las tendencias de ésta última orientación y ahora se presentará en forma también resumida las denominadas genéricamente técnicas de creatividad.

La literatura reporta muchos tipos de taxonomía de las técnicas de creatividad. Por ejemplo (Zuzman y Zlotin, 1999) propone una clasificación basada en los métodos utilizados, en siete categorías de técnicas: de condicionamientos, motivación y organización; aleatorias; de enfoque; sistemáticas; algorítmicas; evolutivas; y basadas en el conocimiento. (Simón, 2003) los clasifica de acuerdo con el índice de utilización, luego de hacer un estudio en más de 40 empresas suizas, cuyo resultado indica que la técnica de Brainstorming es de lejos, la más conocida, seguida por las listas de chequeo, los cuestionarios, analogías, futuros escenarios, etc.

La clasificación que aquí se usará es la propuesta por Mulet y Vidal (2001) elaborada con base en la propuesta de Zuzman (1999) y en las categorías definidas por Roozenburg y Eekels (1995). En ella se agrupan las técnicas en cinco categorías: asociación, confrontación creativa, reorganización de la información, exploración exhaustiva del problema y suposiciones. La Tabla 3.1 muestra la clasificación con una lista de ejemplos de técnicas de creatividad. Esta clasificación servirá como estructura para presentar algunas de las técnicas más representativas, particularmente aquellas que han sido incorporadas en el software que se utiliza para realizar la fase experimental de esta investigación.

Tabla 3.1 Una clasificación de técnicas de creatividad

Tipo de técnica	Ejemplos
Asociación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming: Brainstorming con alternancias. Brainwriting: pool; 6-3-5; 6-3-5 (V). Brainsketching. Otras variantes.</li> <li>• Mindmaps</li> <li>• Lotus</li> <li>• Relaciones forzadas</li> </ul>
Confrontación creativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinéctica</li> <li>• Biónica</li> <li>• Relaciones forzadas</li> </ul>
Reorganización de la información inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duda metódica</li> <li>• Cuadro morfológico</li> <li>• Abanico de conceptos</li> </ul>
Exploración exhaustiva del problema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniería del pensamiento</li> <li>• Listas de chequeo</li> <li>• Listas de atributos</li> <li>• TRIZ</li> </ul>
Revisión de supuestos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SCAMPER</li> <li>• Why?</li> </ul>

Fuente: (Mulet y Vidal, 2001)

Aunque existe una gran cantidad de técnicas creativas reportadas (Cave, 1997; De Bono, 1998; Fundación Opera Prima, 1998), a continuación solamente se presentará una breve descripción de las más representativas y que fueron las utilizadas en el proceso de evaluación experimental de esta investigación.

### 3.5.1 Tormenta de ideas (brainstorming)

Es la técnica de creatividad más conocida y utilizada, desarrollada por Osborn en los años 50. El principio es aprovechar la sinergia que genera la participación en equipos para encontrar una solución a un problema mediante la acumulación de todas las ideas proporcionadas de manera espontánea y libre de juicios. Se pretende así ampliar el dominio del problema.

El brainstorming convencional se desarrolla en grupos y se aplican reglas específicamente orientadas a evitar valoraciones que inhiban la proposición de ideas, aunque aquellas, en un principio no tengan relevancia para el problema. Esto es lo que

se denominan «aplazamiento del juicio» haciendo referencia al hecho de que el filtrado de ideas solamente se realiza después de agotar todas las posibilidades de nuevas ideas. A partir de este modelo se han propuesto variantes como estas: brainstorming con alternancias, brainstorming con alternancias y comentarios, brainwriting, brainstorming 6-3-5, entre otras (Lloveras, 2001).

### 3.5.2 Mapas mentales

Es una técnica desarrollada por Tony Buzán, que se sustenta en la representación gráfica de las ideas para organizar la información de tal manera que quede plasmada en un solo vistazo, siguiendo una estructura que trata de simular las conexiones neuronales, como se muestra en la Figura 3.5. A partir de la idea central se irradian ideas secundarias, terciarias y de más niveles, interconectándose entre sí de acuerdo con su tipo de dependencia.

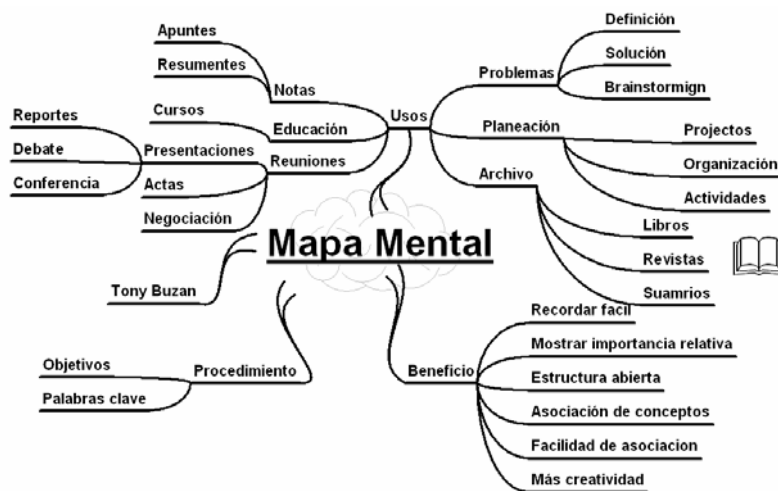


Figura 3.5 Estructura de un mapa mental típico

Tal tipo de representación también tiene por objeto eliminar los obstáculos que se tienen con la representación escrita y propiciar una rápida comprensión y organización mental de la situación que se analiza.

### 3.5.3 Sinéctica

Es un método propuesto originalmente por William Gordon que busca potenciar el pensamiento analógico para explorar y desarrollar ideas y soluciones. Se sustenta en estimular una separación entre la persona y el problema para lograr altos niveles de

novedad. Sinéctica es una palabra que se origina del griego *sinékticos* y significa unión de elementos diferentes y, en principio, contradictorios o irrelevantes. La sinéctica considera que el cerebro es un gran “almacén” de experiencias y conocimientos, y que por lo tanto si se logra que el subconsciente efectúe conexiones entre aquellos, será posible encontrar soluciones novedosas a los problemas.

La técnica se basa en dos estrategias fundamentales: convertir lo extraño en familiar y lo familiar en extraño. Lo primero se logra haciendo un análisis de aquello extraño, para lograr descubrir en sus partes algo familiar (análisis). Lo segundo es algo más complicado pero a la vez lo más interesante de la sinéctica. Se trata de buscar nuevos puntos de vista, nuevos enfoques sobre algo conocido. Se usa entonces las analogías o las conexiones entre elementos conocidos con otros aspectos, entornos o posibilidades remotas.

En general las analogías que se pueden desarrollar son de cuatro tipos. La primera es la directa, cuando se busca una relación entre el problema y alguna situación semejante para enfocarlo bajo otra perspectiva. La analogía personal hace que el individuo se identifique con el objeto, como si estuviese vivo, de manera que “piense” como el objeto. La simbólica utiliza lenguaje poético para buscar relaciones nuevas. Por último, la analogía fantástica, basada en las teorías de Freud sobre el papel que juega el subconsciente alimentado por los deseos y necesidades.

#### **3.5.4 TRIZ**

TRIZ es el acrónimo en ruso de la «teoría para la resolución técnica de problemas inventivos», metodología desarrollada por Genrich Altshuller sustentado en la ciencia y el conocimiento que se concentra para resolver contradicciones en los sistemas. La revisión de más de 200 mil patentes permitió a su creador identificar las tendencias de la evolución de la técnica, que es el principio fundamental del TRIZ aplicadas en forma sistemática para proponer respuestas a problemas técnicas con un alto grado de innovación.

Como resultado de su investigación Altshuller propuso la existencia de ocho leyes del desarrollo de sistemas de ingeniería: ciclo de energía más corto, dinamización, multiplicación, transición de nivel macro a micro, sincronización, cambio de escala, desarrollo desigual de las partes, automatización.

La Figura 3.6 enseña la filosofía que envuelve esta metodología, consistente en efectuar una traducción del problema específico a resolver a una de las formas abstractas de



problemas reconocida por medio de las leyes de desarrollo de la ingeniería (problema genérico o estándar), para buscar una solución innovadora sustentada en las bases de conocimientos de patentes y de tendencias de la evolución, y de allí traducir la respuesta estándar a la forma específica que se espera.

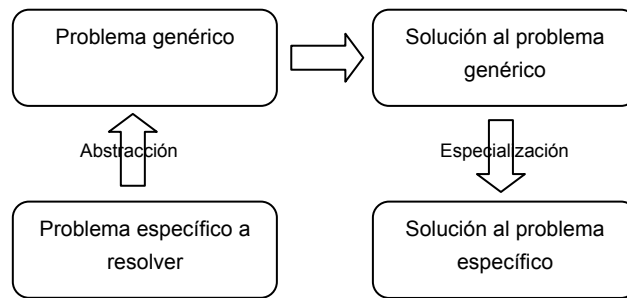


Figura 3.6 Principio básico de la metodología TRIZ

Para efectuar tales «traducciones» se proponen varios principios. La definición del sistema técnico, es uno de ellos, que parte del hecho de que cualquier elemento que desarrolle una función se considera un sistema técnico, el cual está inmerso en un sistema mayor (super-sistemas) y al que pertenece sistemas menores (sub-sistemas). El análisis de estos tres niveles del sistema (el actual, el super y el sub) permite identificar recursos y restricciones que pueden dar origen a ideas de solución.

Otra herramienta es la denominada tendencia a la idealidad, la cual indica que todo sistema técnico tiene a ser más fiable, simple y efectivo, y al mismo tiempo menos costoso, más pequeño y con menor consumo de energía. Esto significa que un sistema que aproveche al máximo los recursos disponibles tenderá a ser más ideal.

En muchas ocasiones esa evolución a la idealidad comporta la aparición de contradicciones (físicas y técnicas). La metodología propone una serie de 40 principios que permiten eliminar o replantear tales contradicciones y 72 estándares o reglas estructuradas para la síntesis y reconstrucción de sistemas técnicos. Así mismo el algoritmo para la solución de problemas técnicos ARIZ, propone el desarrollo sistemático del proceso para la solución del problema.

Cada una de estas herramientas ha sido desarrollada en detalle y se reportan muchos documentos explicando el procedimiento para su aplicación (Kaplan, 1996; Altov, 1997; Terninki, Zuzman, et al., 1998; Aguayo, 2002; Alcalde, 2001b).

### 3.6 Conclusiones del capítulo

Se ha presentado el tema de la creatividad en el diseño. Para ello se partió de una definición sustentada principalmente en dos características: novedad y utilidad; alrededor de las cuales hay consenso entre las muchas definiciones reportadas en la literatura.

Se identificaron los modelos que representan la creatividad, modelos estos de tipo descriptivo, encontrando que aunque con variantes y nombres diferentes, aun sigue vigente el viejo modelo de Wallas de cuatro etapas (preparación, incubación, iluminación y verificación). Los modelos de creatividad en diseño tratan de explicar y desarrollar aquella fase de la iluminación, entendiendo que es en ella donde se generan las diferentes opciones conceptuales de la respuesta de diseño. La otra escuela que busca entender y desarrollar la creatividad en diseño, es la escuela computacional, que busca simular el proceso creativo. La inteligencia artificial ha sido la ciencia más utilizada para esta simulación y se ha llegado a obtener algunas propuestas interesantes, pero aun sin llegar a la etapa de madurez necesaria como para ser adoptadas por la industria. La crítica de O'Sullivan (1999) en el sentido de que los desarrollos académicos no llegan a la industria siguen siendo por ahora válidos.

Se puede decir que existen tres tendencias al respecto del uso de los ordenadores en actividades que demandan creatividad. La primera posición, es escéptica a tal posibilidad, argumentado que el ordenador no es otra cosa que una máquina que responde exactamente como se programó y que por lo tanto no es capaz de realizar o proponer soluciones nuevas, soluciones creativas. La segunda posición, indica que si bien es cierto, la tecnología está limitada por la capacidad de programación del hombre, si puede utilizarse como herramienta para apoyar las actividades creativas, haciendo uso de los hallazgos que se han realizado sobre los mecanismos del proceso de creatividad. La tercera posición, sostiene que la máquina misma puede llegar a ser creativa, lo cual significa que se puede tomar no solo como una herramienta de apoyo, sino que va más allá, hasta el punto de que es o podrá ser creativa en sí misma.

De las tres posiciones señaladas, en esta investigación se asume la segunda, es decir, la posición intermedia, en la que se prevé la utilidad de los programas de ordenador como herramienta de ayuda a actividades que demanden creatividad, como es el caso de la generación de conceptos de diseño en ingeniería, pero solamente como eso, como herramienta y no como actor principal del proceso creativo, y esto no es debido a alguna clase de escepticismo sobre los alcances que pueda lograr la ciencia y la tecnología en un futuro cuando los ordenadores tengan características aun más avanzadas, sino porque interesa aplicar lo que ya existe para el beneficio de la empresa.

Por ello la tercera vertiente que se abordó en este capítulo fue la de las llamadas técnicas de creatividad, centradas en el apoyo y estímulo del individuo como eje creativo, como elemento teórico de respaldo a los programas de ordenador que se evaluarán y que son presentados con detalle en el capítulo siguiente.