

LA SOLUCIÓN CREATIVA DE PROBLEMAS EN EL CAMPO DEL DISEÑO: UNA REVISIÓN DE LA INVESTIGACIÓN*

(Recibido: Marzo 1° de 2011 Aprobado: Mayo 26 de 2011)

Fernando Álvarez y Édgar Martínez**
Universidad Jorge Tadeo Lozano

Resumen

El artículo presenta un estudio relativo a algunos hallazgos importantes que han alcanzado investigaciones acerca de la solución de problemas dentro del campo del diseño donde se involucra pensamiento divergente. De acuerdo a una perspectiva cognitiva, se elaboró un panorama conceptual y teórico con la intención de establecer elementos de esta capacidad cognitiva orientados hacia una reflexión pedagógica y didáctica para la disciplina del diseño. Se realizó una revisión documental donde se consideraron importantes los aportes de la perspectiva de la psicología diferencial la cual ha caracterizado los estilos cognitivos ampliamente y que se constituye en una mirada pertinente para entender la heterogeneidad estudiantil, perspectiva que cuenta con abundantes resultados en distintos continentes. Los estilos cognitivos relacionados con la solución de problemas en diseño presentan algunos resultados interesantes en las estructuras pedagógicas de los programas educativos ya que los hacen más incluyentes y podrían afrontar de mejor manera tanto la inclusión como el entendimiento de la deserción estudiantil. Por último, se revisaron planteamientos de especialistas en pedagógica de la tecnología y el diseño y se consideran conceptos importantes para el desarrollo de la capacidad de diseño de los –solucionadores de problemas-.

Palabras clave

Formulación y solución creativa de problemas, Estilos cognitivos, Diseño.

THE CREATIVE SOLUTION OF PROBLEMS IN THE FIELD OF DESIGN: A REVISION OF THE RESEARCH

Abstract

The article presents a study related to some important findings that have achieved recent research on problem solving in the field of design which involves divergent thinking. Following the cognitive perspective, developed a conceptual and theoretical framework, with the intention of establishing oriented elements for reflection and didactic teaching for the design discipline. We performed a literature review where the contributions were considered important from the perspective of differential psychology which has largely characterized the cognitive styles, which is relevant to understanding the heterogeneity of students, this perspective has abundant results in different continents. Cognitive styles associated with the solution of design problems have some interesting results in the educational structures and educational programs that make them more inclusive and could face a better way both inclusion and understanding of the dropout from the perspective of differential. Finally, we reviewed approaches of specialists in educational technology and design and concepts are considered important for the development of the design capacity of the-problem solvers.

Keywords

Design and creative problem solving, Cognitive styles, Design.

* Artículo de Revisión. Identificación del estilo cognitivo del estudiante de Diseño Industrial de la UJTL. Informe de investigación. No. Registro 180-04-2008 financiado por la Dirección de investigación de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Investigación en el campo de la solución de problemas en Diseño desde la perspectiva de los Estilos Cognitivos (2009).

** Fernando Álvarez es profesor T.C. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Magíster en Pedagogía de la Tecnología/ U.P.N. fernando.alvarez@utadeo.edu.co Édgar Martínez Magíster en Pedagogía de la tecnología de Universidad Pedagógica Nacional. Licenciado en Diseño Tecnológico UPN, Docente del programa de Diseño Industrial. edgar.martinez@utadeo.edu.co

Introducción

Este trabajo hace parte de una de las cinco etapas de realización dentro un proyecto más amplio al interior del Programa de Diseño Industrial de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (UJTL), el cual intenta establecer las competencias requeridas para la innovación pues caracteriza aspectos de la capacidad de diseño, específicamente en el desarrollo de proyectos de diseño industrial centrado en la línea del diseño que se basa en tecnología. La primera etapa finalizada abordó la competencia de las modalidades de procesamiento de la información en las dimensiones de Independencia y Sensibilidad¹ al campo (Álvarez R. & Martínez S., 2010; 2010a; 2009; 2009a) dentro de la teoría de los estilos cognitivos (EC) ampliamente trabajada por Hederich y colaboradores en Colombia (Hederich Martínez C., Camargo Uribe, Guzmán Rodríguez, & Pacheco Giraldo, 1995).

Este nuevo estudio busca desarrollar una revisión de la investigación acerca de la capacidad para la formulación y solución de problemas dentro del desarrollo de proyectos en y para diseño por lo que resulta interesante aproximarla a las competencias del Diseñador Industrial. Esto permitirá conjuntamente con otras características apreciar cuáles favorecen el pensar y el actuar creativo. Inicialmente se desea conocer la estructura que lleva a la *formulación y solución de problemas desde un enfoque cognitivo* donde se encuentran estudios contemporáneos y hallazgos importantes relacionados con el campo de la solución creativa de problemas (CPS)², el desarrollo tecnológico, la capacidad de diseño, entre otros (Goel & Pirolli, 1992; Oliver & Kayser, 2003; Andrade & Lotero, 1998; Treffinger, Selby, & Isaksen, 2008; Stoyanov & Kirschner, 2007; Kolfschoten, Lukosch, Verbraeck, Valentin, & Vreede, 2010).

Con los resultados de este proyecto se espera contribuir con una pedagogía

y didáctica relevante para el contexto universitario que oriente a las futuras generaciones al desarrollo de la capacidad de diseño (Perkins, 1989), especialmente del diseño industrial y, en consecuencia, aportar significativamente con la innovación centrada en el campo del diseño basado en tecnología, al destacar el papel de las innovaciones basadas en: “pedagogías progresistas, muy críticas tanto con el modelo de pedagogía tradicional como con las pedagogías activas psicologistas y espontaneistas” (Carbonell, 2006, pp. 13-38).

Es bien conocido que en los ambientes educativos desde el estilo de enseñanza particular del docente en el aula, son tendientes a la redundancia de isomorfismos y algoritmos en las estrategias de enseñanza y de aprendizaje en donde el profesor es la única fuente de conocimiento.³

Es necesario destacar que el contexto de esta experiencia es el Proyecto Educativo de la Universidad Jorge Tadeo Lozano y el programa de Diseño Industrial (Fernández, y otros, 2008) que acoge una gran variedad de perfiles de estudiante ya que en su propósito formativo se apuesta por una educación incluyente. Esta apuesta sin duda requiere entender las variadas posibilidades que se han investigado para formular y solucionar problemas con el fin de enseñar en consecuencia dentro del plan de formación de diseñadores industriales.

1. Aproximación a los conceptos involucrados

Lo que podría entenderse comúnmente como problema, concepto central de este documento, es aquel desajuste que interfiere con el continuo de la habitualidad del sujeto no obstante, más adelante se desarrolla ampliamente la siguiente idea en la que un **problema** se entiende como un constructo mental producto de las percepciones del sujeto atravesado por sus experiencias, modelado por sus

motivaciones y conocimiento entorno a un discurso; por lo tanto, esta segunda idea de problema implica una **formulación**, es decir que se generen procesos intelectuales superiores para determinar desajustes, así las formulaciones se presentan débilmente estructuradas, las cuales implican consecutivos análisis y síntesis de informaciones con sucesivos niveles de abstracción para llegar a su construcción.

Plantearse un problema lleva consigo la idea de encontrar una solución por lo que el **pensamiento creativo** juega un papel fundamental, este tipo de pensamiento se ha entendido como divergente y relacional porque explora en un proceso heurístico opciones que solventen una estructura problémica. Este proceso requiere ciclos de exploración y redefinición del problema, denominados ciclos recurrentes de negociación como se verá más adelante; también ocurre algo similar con las opciones de solución, definidas como **solución creativa** incremental. Esta breve introducción a los elementos abordados en el presente artículo es el núcleo de trabajo el cual se desarrolla a continuación.

2. Problema de investigación

La aproximación a la comprensión de las características del proceso de construcción que va de la *formulación del espacio de problema* hacia la *síntesis incremental* de las alternativas de solución, inicialmente se enmarca en un escenario de problema débilmente estructurado planteado por (Andrade, 1996), que pasa por la construcción de la estructura del problema. Estos procesos mentales de la solución del problema tienen imbricadas la prefiguración de la solución a partir del uso de signos y el planteamiento de rutas de navegación y exploración de heurísticas (Bachelard, 1994; Andrade & Lotero, 1998; Boden, 1994; Goel & Pirolli, 1992), que luego implican la configuración de lo concreto como alternativas de solución, en palabras de Bachelard.

En principio conviene recordar que la estructuración de un problema atraviesa por un conjunto de actividades físicas, emocionales y principalmente mentales que la determinan. La percepción, identificación y formulación de un problema (Maldonado & Quintero, 2006) por ejemplo, influyen en la posibilidad de determinar aspectos del problema (procesos cognitivos de análisis, síntesis, etc.). De igual forma, pasar de lo abstracto a la posibilidad de una concreción o solución posible implica una correspondencia entre las alternativas de diseño y la formulación de un problema (Bachelard, 1994).

En este sentido, cuando se estructura de modo complejo el sistema de la situación de diseño es evidente una interiorización, en la mente del individuo, del proyecto y a partir de ahí se puede especializar y evaluar con argumentos los aspectos de éste (García, 2006).

Por tanto, existen algunos elementos para considerar que en la anterior descripción de la arquitectura de un problema puedan influir en las respuestas de diseño, por tal motivo las soluciones en la capacidad de diseño pueden presentarse como isofomormismos, no como condiciones arquetípicas de la solución, sino como modificaciones superficiales, novedades (Ibañez, 2000, p. 81) de una alternativa debido a orientaciones cognitivas para delimitar y dominar las determinantes y requerimientos fundamentales para una solución de diseño concreta. Con lo presentado anteriormente, una pregunta que recoge este proceso complejo sería: ¿Cómo estos procesos se convierten en competencias clave para el diseño centrado en la innovación tecnológica?

3. Objetivo y metodología del estudio

El objetivo general del estudio consiste en realizar una caracterización de la *competencia* de formulación y solución de problemas centrada en la estructu-

ración del espacio de problema como capacidad cognitiva dentro del desarrollo de proyectos de diseño industrial basado en tecnología, como parte del estudio de competencias para la innovación.

Metodología

Para el desarrollo de la propuesta de proyecto se emplearon técnicas de análisis bibliográfico y de análisis de contenido, mediante el análisis y síntesis de aspectos de teorías sobre la cognición, la creatividad y el diseño a través de una aproximación a las bases de datos.

Parte del desarrollo del proyecto implicó la revisión documental de algunos autores especialistas en pedagogía de la tecnología como (Andrade & Lotero, 1998; Goel & Pirolli, 1992; Layton, 1993) que permitieron fundamentar la capacidad de solución de problemas de diseño basado en tecnología.

Vale la pena señalar que se evidenció, en la revisión, la presencia de un número significativo de disciplinas comprometidas con la innovación, entre las cuales se destacan los centros de psicología, las universidades y variados sectores industriales que están centrados en la comprensión acerca del funcionamiento de los procesos involucrados en la CPS, el diseño y la tecnología con el fin de desarrollar metodologías y productos de diseño para responder a mercados cada vez más competitivos.

Este interés se debe, en parte, a que este potencial humano para enfrentar situaciones problemáticas acarrea, sin duda, calidad de vida a los grupos humanos en sus hábitat particulares, de igual modo las soluciones creativas traen consigo valores como el desarrollo de capitales, transacciones que acarrearán bienestar y progreso (Andrade, 1993). Para alcanzar estos niveles deseados, las naciones han centrado sus esfuerzos en inversiones en desarrollo tecnológico el

cuál implica investigación con base en la formación de personas especializadas en el ámbito de la innovación.

A nivel mundial es notorio este interés por mejorar las comprensiones y las condiciones en la formación de personas creativas por ello, es clave revisar los hallazgos que han tenido lugar en los últimos tiempos a nivel de la CPS. Para tal fin a continuación se revisa la producción intelectual a nivel de resultados de investigaciones sobre el proceso que lleva a la formulación y solución de problemas. Mediante un ejercicio bibliográfico se examinan estos resultados al consultar específicamente la literatura indexada en revistas y bases de datos.

4. La solución de problemas en la investigación reciente

Para realizar la búsqueda de referencias sobre trabajos al respecto de la formulación y la solución de problemas se establecieron las palabras clave relacionadas con la temática y se procedió a revisar las bases de datos multidisciplinarias tales como *ISI web of knowledge* a nivel de Estados Unidos y Europa, *REDALyC* para Latinoamérica y el Caribe; por último, *SCIELO* lo mismo que *DIANET* que abarcan Iberoamérica. Así mismo, se revisaron obras de autores con amplia trayectoria en el ámbito de la educación, cognición y diseño.⁴

Las lecturas empleadas en este trabajo bibliográfico fueron seleccionadas conforme al planteamiento del problema de investigación y los objetivos. Las búsquedas fueron realizadas en idioma español e inglés. A continuación se presenta una serie de Tablas que dan cuenta del trabajo de revisión.

a. Palabras Clave

Los términos de búsqueda empleados se presentan en la Tabla 1 y consisten en una serie de conceptos que parten de

enunciar el proceso de formulación hasta el proceso de solución de incremental de problemas, también se especificó el

campo disciplinar y epistémico (diseño y tecnología) específico del ámbito de indagación.

Tabla 1. Entradas clave empleadas en la búsqueda en bases de dato

PALABRAS CLAVE	
Formulación de problemas en tecnología y diseño, enfoque cognitivo	
Solución de problemas en diseño	
Problemas débilmente estructurados	
Formulación del espacio de problema de diseño	
Síntesis incremental en la solución de problemas de diseño	

En la Tabla 2 se presentan los resultados por los términos de la búsqueda que incluyen las combinatorias de los conceptos de la Tabla 1. Con ello se observa un total de 16 resultados, con lo que se puede destacar que a pesar de las múltiples variaciones entre los términos la produc-

ción especializada al respecto no es tan abundante como podría pensarse. Bajo el término de formulación de problemas para diseño desde un enfoque cognitivo se recopilaron cuatro artículos, siendo el mayor número en esta búsqueda en los artículos en español.

Tabla 2. Resultados obtenidos por palabras clave en español

PALABRAS CLAVE CON RESULTADOS	
Formulación de problemas en diseño	2
Formulación de problemas para diseño, enfoque cognitivo	4
Solución de Problemas en diseño, enfoque cognitivo	2
Solución de problemas para diseño	3
Formulación de problemas para diseño industrial, enfoque cognitivo	2
Formulación de problemas en tecnología, enfoque cognitivo	1
Solución de problemas en tecnología, enfoque cognitivo	1
Síntesis incremental en la solución de problemas de diseño	1
TOTAL	16

Se procedió a realizar una búsqueda de términos clave en idioma inglés encontrándose 14 resultados en las diferentes bases de datos utilizadas tal como se observa en la Tabla 3. De estos resultados los más numerosos fueron encontrados bajo el concepto de solución de proble-

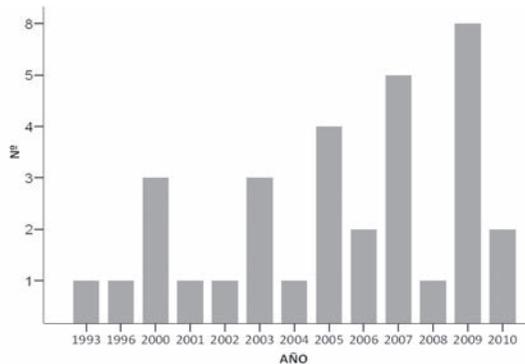
mas de diseño. Vale la pena considerar que los registros más trabajados fueron aquellos que tenían el concepto de -diseño- relacionado con -problemas- tanto en inglés como en español. En total se consolidaron 30 registros.

Tabla 3. Resultados obtenidos por palabras clave en inglés

PALABRAS CLAVE EN INGLÉS	
Problem Solving	3
Solve design problems	5
Problem solving and cognitive styles	1
Design problem solving	5
TOTAL	14

Con este sistema de búsqueda se obtuvieron artículos con aportes significativos y como puede verse en la Figura 1, es posible apreciar una especie de ritmo de crecimiento en la cantidad de publicaciones a razón de un artículo cada dos años.

Figura 1. Año de las publicaciones



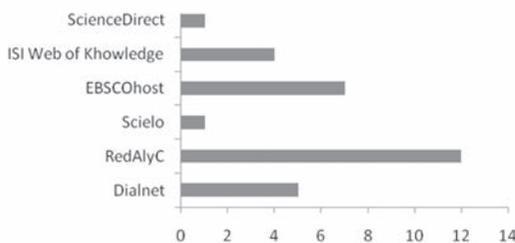
Fuente: los autores

No obstante, el número de producciones es un tanto restringido para un periodo de 17 años, por lo que de antemano cabe decir que es importante continuar con la investigación sobre este ámbito de la tecnología, el diseño y la pedagogía desde la perspectiva de la CPS.

b. Bases de datos consultadas

A continuación se muestran los resultados obtenidos en función de las bases de datos donde se encontraron los artículos indexados sobre formulación y solución de problemas en diseño y tecnología.

Figura 2. Resultados por cada base de datos consultada

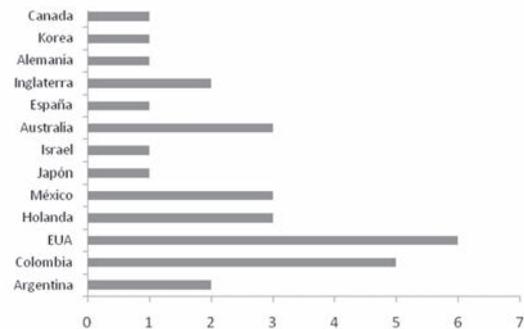


Fuente: el autores

De acuerdo con la Figura 2, la distribución de artículos de acuerdo a las bases de datos consultadas muestra mayor concentración en la Red de América Latina y el Caribe (REDALyC), en segundo lugar EBSCOhost con 7 resultados, luego Dialnet con 5 artículos encontrados, en ISI se presentaron 4. En último lugar, aparecen simultáneamente ScienceDirect y Dialnet con un resultado cada una.

Como se verá en la Figura 3, la cual da cuenta del país de origen de cada publicación; quienes más emplean estas bases de datos para divulgar sus resultados de investigación son Estados Unidos en primer lugar y en segundo lugar Colombia. En tercer lugar aparece Australia, México y Holanda con tres publicaciones cada uno. Luego siguen Inglaterra y Argentina con 2 artículos cada uno. Finalmente, Canadá, Corea, Alemania, España, Israel y Japón presentan cada una 1 publicación.

Figura 3. Resultados por país de la procedencia de los artículos



Fuente: el autores

La producción especializada presentada en torno a las palabras clave, pone de relieve la importancia de explorar más estos conceptos con esfuerzos en más investigaciones, dada su importancia para la comprensión de los procesos de diseño, la formación para que sean cada vez mejores y más eficientes las respuestas creativas y productivas que promuevan

el desarrollo de la sociedad y el medio ambiente.

c. Clasificación de las referencias por temas tratados

Se presentan los resultados organizados por los temas vinculados con la formulación y solución de problemas en diseño y tecnología. Los aportes más numerosos en la revisión son aquellos interesados en abordar el tema desde el ámbito pedagógico y didáctico, le siguen las ciencias cognitivas, el enfoque por competencias y en menor cantidad las TIC, la ingeniería, las reflexiones sociológicas sobre problemáticas CTS y el campo del diseño, como puede verse a continuación en la Tabla 5.

Tabla 4. Principales aspectos tratados en los artículos

Tema	No.
Competencias	3
Didáctica	7
Pedagogía	8
TIC	2
Ingeniería	2
Diseño	2
Cognición	4
CTS	2
TOTAL	30

A continuación se presenta los resultados de la revisión de investigaciones que dan cuenta de los distintos campos de conceptualización y sus aportes para el campo del diseño.

5. Distintos campos de conceptualización sobre formulación y solución de problemas

a. Psicología Cognitiva y educación en tecnología

La formulación y solución de problemas se define como una capacidad cog-

nitiva y física del individuo para presentar alternativas a situaciones que presentan algún grado de desequilibrio (Piaget, 1981) o desajuste. Esta capacidad está estrechamente ligada con el pensamiento divergente, la característica particular de los problemas débilmente estructurados (Goel & Pirolli, 1992), la creatividad (Boden, 1994; DIT, 2009), la reestructuración perceptual (Hedereich & Camargo, 1998) y el proceso de aprendizaje significativo (Ausubel, 1990).

Una de las teorías fundamentales que desarrolla estos conceptos acerca de la solución de problemas desde el punto de un enfoque cognitivo dentro del campo de la educación en tecnología, son los trabajos de Andrade y col. (1993, 1996 y 1998), quienes exponen los atributos que enmarcan patrones bajo los cuales se caracteriza los ambientes tecnológicos de tarea, la estructuración del espacio del problema de diseño y la presentación incremental de alternativas de solución. A continuación, se presentan brevemente algunos de los elementos estructurales característicos del proceso que lleva de la formulación hasta la solución de problemas de tecnología y diseño:

- *Ambiente de tarea* a modo de situaciones problemáticas, definidas en el diseño por expectativas, necesidades o situaciones problemáticas, desajustes y desequilibrios en contextos específicos. Tratados desde el ámbito profesional del diseño industrial.
- Proceso de *Negociación* de la construcción y estructuración del espacio de problema de modo no técnico entre el diseñador y los actores involucrados. *Ciclos recurrentes* en el proceso de estructuración de la formulación del problema y de la solución.
- *Dimensiones relacionales* de la solución de problemas entre lo holístico – particular como modalidades de aproximar a la solución mediante la toma de decisiones argumentadas.

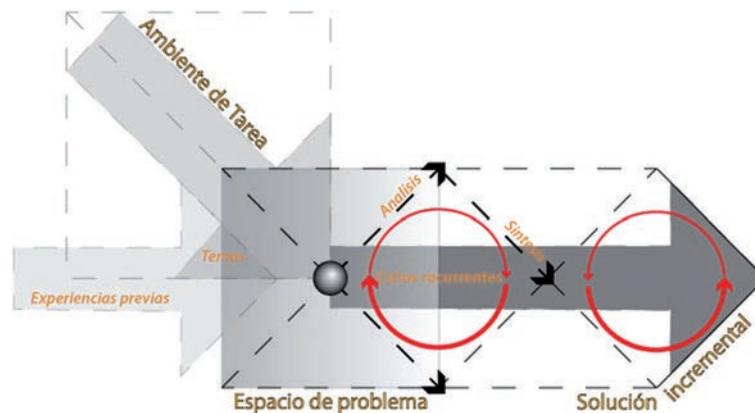
No relacionado con metodologías de diseño (Andrade & Lotero, 1998). Existen evidencias que señalan que los estudiantes al seguir determinados procesos de diseño realizan tareas secuenciales sin continuidad y no llegan a construir una visión compleja y sistémica del proceso de diseño (Osorio, 2008; Cross, 2002)

- La *experiencia previa* del diseñador es el elemento que le permite argumentar y elegir las rutas más probables de las alternativas que se exploran, especializan y evalúan en esa elección. Vincula las estrategias de solución de problemas como procesos heurísticos-algorítmicos (Boden, 1994; Perkins, 1989; Dahlman, 2007)
- La solución final como *síntesis incremental*, del artefacto tecnológico, comprobada de las alternativas que se exploran, especializan y evalúan en esa elección. La presencia de pensamiento divergente operaría con altos niveles de abstracción (Novak, Teoría y práctica

de la educación, 1995) y conlleva, en palabras de Boden, el dominio de las “reglas y restricciones”, (una especie de juego, Ej.: (Parra, 1996, p. 100) y pasaría por procesos mentales como Incubación y maduración, entre otros. (Boden, 1994)

- Estrategia de *control de compromiso limitado* que, por lo general, se desarrolla y estructura a partir de una alternativa inicial (Goel & Pirolli, 1992).
- La solución de diseño no es únicamente lógica sino que presenta unas *inferencias no deductivas* derivadas de un pensamiento supraordenado. (Novak, Teoría y práctica de la educación, 1995). Ausubel, plantea que: “un fundamento para la presentación de soluciones debe tener como base la construcción de estructuras previas sobre las cuales hacer inferencias para llegar a un nivel supra-ordenado que le permite ser creativo en el planteamiento de la solución” (Ausubel, 1990)

Figura 4. Proceso de estructuración que lleva a la formulación y a la solución incremental del problema



Fuente: los autores

No puede dejarse de lado la distinción de la *tecnología* como una estructura del mundo de la vida que en palabras de Vargas (1999) se refiere a:

una representación del mundo, que tiene a la base el diseño de relaciones

sociales, económicas, culturales, educativas junto con condiciones generadoras de conocimientos y productos a partir de la resolución de problemas en diferentes ámbitos de la vida cotidiana, tanto en su dimensión científica como cultural. (p. 136)

En este sentido la *tecnología* tiene repercusiones claras para el desarrollo tanto individual como social, por lo tanto, ésta impone un enfoque que involucra lo pedagógico (formación del sujeto), educativo (reflexión acerca del tipo de sociedad y calidad de vida) y lo epistemológico en tanto generadora de conocimientos a partir del diseño. Como consecuencia Vargas (1999) recurre a Antoni Colom para señalar que: “ello presupone afirmar que una educación para el cambio implica profundizar en la individualización ya que las soluciones adaptativas se encuentran en los propios recursos mentales e intelectuales del sujeto.”(p. 137)

b. Una delimitación necesaria acerca del Diseño Industrial

En la mirada del filósofo Gastón Bachelard, el diseño es una región epistemológica donde lo teórico se transforma en materialidad (Bachelard, 1994, pp. 15-26). Éste hace las veces de un operador que transforma la abstracción en concreción. Y de acuerdo con Carlos Federici, el diseño corresponde a una prefiguración inteligible de lo concreto desde el signo escrito (Gallego, 1995)

Así, el Diseño es un escenario que problematiza en lo epistemológico, las interrelaciones sistémicas complejas con lo cultural, en lo antropológico, psicológico y sociológico, para que en la estructura cognitiva del diseñador: desarrolle-evolucione, requiere reglas de la estrategia lógica-creativa y de la experiencia y del conocimiento discursivo, de las interacciones personales, disciplinares, ínter y trans-disciplinares (García, 2006; 2000). Esto conlleva a la modelación mental de un propósito en y para la transformación cualitativa de un contexto social, cultural y ambiental. (Andrade & Lotero, 1998; Martínez, 2006)

Este desarrollo creativo requiere como lo plantea Norbert Wiener (1995) cuatro climas para su proyección: el intelectual

(Científico-tecnológico), el técnico (productivo-conformativo), el social (humano-cultural) y el económico (beneficio-coste). Es esta nueva red compleja de interacción de variables estructuradas por el diseñador en el proceso de diseño, donde se evidenciará la jerarquía cognitiva de éste y por consiguiente su proposición innovadora, compleja y sistémica en el contexto socio-cultural.

Este tejido conceptual nuevo logrado a partir de su malla cognitiva, es lo que denomina Novak (1995) conocimiento supra-ordenado: aquel que es un conocimiento organizado y jerárquico en altos niveles de abstracción, combinación e inclusividad. Vale la pena recalcar que lo mencionado por Novak no es un fundamento contemplado por múltiples “método-latrías” (McCormick, 1997; Andrade & Lotero, 1998) utilizadas en procesos de diseño que dista del enfoque de la praxis compleja y sistémica (Dussel, 1984; Sánchez V. A. , 1980) de diseño que se ha estructurado en el proyecto de competencias para la innovación (Álvarez R. & Martínez S., 2010)

6. Aspectos cognitivos en el proceso de formulación y solución de problemas en diseño

El enfoque que se deja ver en el proceso de diseño que va de la estructuración de un escenario de intervención hasta la presentación final de un producto de diseño, está enmarcado en una construcción de proyecto, epistemológicamente el enfoque más pertinente es el psicogenético y constructivista trabajados ampliamente por Piaget (1994) y desde otra arista por Vigotsky (1995; 1996). Fundamentalmente, con esta perspectiva onto y socio genética se entiende que el diseño atraviesa por procesos psicológicos superiores, formas de organización mental (Piaget, 1994; Piaget, 1981) e interiorización cultural por parte del individuo (Vigotsky, 1996;

Vigotsky, 1995). Esto se puede visualizar de manera dinámica y progresiva en los procesos de diseño que emprenden profesionales y estudiantes.

Desde esta perspectiva, se hace necesario reconocer que la estructuración que lleva a la formulación de un problema de diseño atraviesa un proceso de construcción que inicia en la esfera de lo cotidiano, del conocimiento común la cual pasa por la génesis de una estructuración empírica y se consolida en una esfera sistemática generalmente lógico-argumentativa (formas organizativas). (Bachelard, 1994; Vigotsky, 1996; Vargas G., 1999; García, 2000)

García (2000) aclara que estas formas organizativas requeridas en los procesos de diseño y creación llevan a la construcción de conocimiento y menciona que el desarrollo del conocimiento consiste en un doble proceso. A su vez, Vargas Guillen (1999) no duda en señalar esto como un nuevo espacio para la generación de conocimiento a partir del diseño de soluciones a problemas concretos dentro del marco de la condición postmoderna. Según García (2000) en este proceso se identifican dos elementos indispensables:

- La organización de las propias actividades del sujeto

“Que comienza con la coordinación de sus acciones, continúa con el desarrollo de los mecanismos constructivos del conocimiento y culmina con la lógica, es decir, en las formas deductivas y los reforzamientos.” (p. 112)

- La organización del material empírico

“Que comienza con asignación de significados, continúa con comparaciones que conducen a correspondencias y transformaciones elementales y culmina en la interpretación de fenómenos estableciendo relaciones causales.” (p. 112).

García al concluir menciona que estos desarrollos conducen a obtener pregun-

tas de carácter epistémico por lo que se refuerza la manera particular de construcción de conocimiento de la tecnología y el diseño que atraviesa estados de apropiación intelectual que conducen a estados de consciencia cada vez más organizados, lo que pone de relieve su carácter como cuerpo discursivo y disciplinar.

En este sentido, se hace necesario establecer cómo es el proceso que lleva a la toma de conciencia de la existencia de un problema que en los ojos de lego nunca lo sería (Piaget, 1981). Como lo señala Hanson citado por García: “el niño y el profano pueden ver: ellos no son ciegos. Pero ellos no pueden ver lo que ve el físico: ellos son ciegos con respecto a lo que éste ve.” (2006, p. 41)

Por su parte Gallego pone de manifiesto que las construcciones en el conocimiento, es decir, en la construcción de un problema que organiza las experiencias en conceptos (entendidos los problemas como constructos intelectuales que implican solución mediante tareas de diseño), no pudieron ser azarosas y este desarrollo requiere de reflexiones que separen la intuición pues van más allá de la pregunta del cómo y preguntarse el por qué de los fenómenos. Es así que al mencionar a N.H. Coghlan para explicar los logros que consolidaron la etapa técnica de las civilizaciones, Gallego se refiere a “una serie de conquistas que no son explicables aduciendo acumulación fortuita y hallazgos al azar.” (1995, p. 73).

Parece claro que al asumir los problemas como construcciones, estos estarían inscritos dentro de procesos de los cuales pueden distinguirse las fases o procesos propiamente dichos y las operaciones de apoyo a esos procesos. Respecto a lo primero, Stoyanov & Kirschner de la Universidad Abierta de Holanda plantean los siguientes procesos (2007, p. 50):

- Analizar la situación del problema
- Generar ideas

- Seleccionar las ideas más apropiadas
- Implementar y evaluar

En relación con los procesos de apoyo a estas fases en la solución de problemas estos autores plantean las preguntas acerca de:

- ¿Cómo proceder en esas fases de la solución de problemas?
- ¿Qué hacer al analizar la situación del problema?
- ¿Cómo generar las ideas?
- ¿Cómo seleccionar una solución e implementarla en la práctica?

Para tal fin, los autores ponen de manifiesto que estos serían logros deseados dentro de un aprendizaje de competencias, para lo cual vale la pena hacer la relación con el Diseño Industrial como profesión (Álvarez & Martínez, 2009; Mazzeo & Romano, 2007), problemas que estarían determinados por la naturaleza de los -problemas débilmente estructurados-(Goel & Pirolli, 1992) y las estructuras cognitivas involucradas en procesos para la presentación de alternativas de solución (Stoyanov & Kirschner, 2007; Kim, Kim, Lee, & Park, 2007).

Bajo esta misma línea que investiga los procesos de formulación y solución de problemas, Treffinger y col. (2008), desarrollaron un modelo para representar los procesos que requieren de la CPS recogieron, por más de cinco décadas, variadas investigaciones con diferentes grupos e instituciones entre colegios, universidades, pequeñas y grandes empresas y organizaciones (Treffinger, Selby, & Isaksen, 2008).

El modelo de Treffinger sugiere que los procesos de solución de problemas lejos de ser lineales se constituyen en núcleos de carácter circular, es decir, que se retroalimentan constantemente; aunque desafortunadamente no se encontró cómo Treffinger y col. dan sentido

a la propuesta de los núcleos de carácter circular. No obstante, en la propuesta de Andrade y col. (Maldonado & Andrade, 2001; Andrade & Lotero, 1998) se resuelven con el concepto de "ciclo recurrente" en el proceso de síntesis incremental presentado en párrafos anteriores cuya estructura consta de cuatro elementos fundamentales los cuales incluyen, a su vez, las subetapas (Treffinger, Selby, & Isaksen, 2008, págs. 391-393):

1. **Entendiendo el desafío:** definir, construir y focalizar los esfuerzos para solucionar el problema.
 - a. Implica Construir oportunidades
 - b. Exploración de datos
 - c. Enmarcar el problema.
2. **Generando ideas:** implica una aproximación, mediante opciones variadas, para dar respuesta al problema.
3. **Preparándose para la acción:** implica la toma de decisiones para comprometerse con la promesa de una alternativa y planear su implementación.
 - a. Desarrollo de soluciones
 - b. Construcción de la aceptación.
4. **Planeando el acercamiento:** es un componente administrativo que guía a los Diseñadores (solucionadores de problemas) en el análisis y selección de componentes procesales y estrategias deliberadas, (Kim, Kim, Lee, & Park, 2007)

Como se ha intentado poner de manifiesto, esta estructura descrita brevemente tiene múltiples coincidencias con la propuesta planteada por Andrade y col., lo que refleja una coherencia, desde diferentes aproximaciones, en las estructuras y procesos ocurridos en la CPS. El proceso de la estructuración del ambiente de tarea y el paso hacia la definición del espacio de problema de diseño tiene co-

responsabilidad con las tareas involucradas en -entender el desafío- planteadas por Treffinger y col.; así mismo, la -síntesis incremental del artefacto- comprendería los pasos de -preparación para la acción- y la -generación de ideas- de Treffinger y col. Finalmente, los ciclos recurrentes de negociación estarían identificados con la valoración de las tareas y los que podrían llamarse procesos administrativos en diseño.

Otra interesante perspectiva la aporta Schaagen (1993) quien explica cómo los diseñadores expertos resuelven problemas y describe cuatro tipos de conocimiento requerido por los expertos (1993, p. 287-289)⁵:

- En el área de conocimiento (conocimiento disciplinar, discursivo de diseño).
- De estrategias heurísticas (conocimiento tácito del hacer (Fleer, 2000)).
- De estrategias de control (lógica estratégica).
- De estrategias de aprendizaje (aprender de experiencias en la solución de problemas).

Estos cuatro tipos de dominio de conocimiento tienen relación directa con múltiples investigaciones desde la perspectiva del -dominio de conocimiento en diseño- (Andrade & Lotero, 1998; Bachelard, 1994; Barak & Goffer, 2002; Cross, 2002; Kolfschoten, Lukosch, Verbraeck, Valentin, & Vreede, 2010; Meneely & Portillo, 2005; Álvarez R. & Martínez S., 2010; DIT, 2009)

Esta consolidación de las miradas a los procesos entorno al problema de diseño permite presentar a continuación, las relaciones entre el proceso que va de la estructuración y formulación de un problema a su solución incremental relacionada con los EC, a partir de la manera consistente en que los solucionadores de problemas prefieren aproximarse a

esta capacidad mediante la realización de actividades focalizadas tanto mentales como físicas (Jonassen D. H., 2000; Kolfschoten, Lukosch, Verbraeck, Valentin, & Vreede, 2010; Schraagen, 1993; Goel & Pirolli, 1992; Layton, 1993; Perkins, 1989; Hederich & Camargo, 1998)

a. Los estilos cognitivos y el proceso de formulación y solución de problemas

En los resultados encontrados hasta el momento, en la primera etapa de desarrollo de la investigación sobre competencias para la innovación, se exploró el concepto de los estilos cognitivos (EC), especialmente se trabajó con la dimensión de Sensibilidad – Independencia al campo (SIC) como aquella polaridad del EC en la que según Witkin & Goodenough (1985), "...producto de las investigaciones de Witkin y su equipo les llevó a organizarla en una nueva estructura que ya no podría entenderse bajo la tendencia de un esquema de la "personalidad global" (Álvarez R. & Martínez S., 2010, p. 13). Los diferentes hallazgos se estructuraron bajo el concepto de "diferenciación", que se entendió como, "(...) un constructo útil para conceptualizar el amplio panorama de las consistencias individuales..." (Witkin & Goodenough, 1985, p. 41)

Esta dimensión SIC se examinó conjuntamente con los procesos de diseño de objetos de uso cotidiano (Álvarez & Martínez, 2009), donde se contempló una serie de planteamientos relacionados con los procesos en diseño, por ejemplo: (Spotts & Mackler, 1976) se han preocupado por la relación entre los EC y la creatividad; sin embargo, difícilmente pudieron concluir que existiera evidencia de la preferencia por alguna polaridad SIC en las tareas creativas, de tal modo que tanto los Independientes al campo como los Sensibles son individuos potencialmente creativos.

Dentro de esta misma conclusión en la enseñanza del diseño, se encontró la necesidad de implementar didácticas incluyentes para los diversos perfiles de estudiantes que promuevan la movilidad de sus polaridades de EC (Bloomberg, 1971; Meneely & Portillo, 2005), así como también de los estilos de aprendizaje y los estilos de pensamiento que han desarrollado los estudiantes (Sternberg & Zhang, 2001). Conviene además, realizar más investigaciones acerca de los estilos de enseñanza de los docentes⁶ (Kolfshoten, Lukosch, Verbraeck, Valentin, & Vreede, 2010; Turner, 2009; Jonassen D. H., 2000)

Otro ejemplo de una de las posibilidades y potenciales de los EC en el aprendizaje de capacidades de diseño, lo plantea (Loscos, 2006), cuando menciona que al *“entrenar o intervenir adecuadamente la percepción a través del lenguaje...”*, para modificar el EC mediante un programa de entrenamiento lingüístico perceptivo (PELP) es posible enriquecer determinada polaridad.

No obstante lo anterior, hasta el momento el tema de la solución de problemas lleva en realidad un proceso completo de estructuración, formulación y solución incremental de problemas. En algunas investigaciones relacionadas, puede observarse una aproximación integral de estos procesos involucrados en lo que se conoce como solución creativa de problemas (CPS), aproximación teórica que cuenta con una amplia exploración de más de cinco décadas de investigación (Treffinger, Selby, & Isaksen, 2008)

En relación con los procesos que ocurren en la solución de problemas es importante hacer alusión al trabajo de Johnson (1972, P. 133) citado por (Treffinger, Selby, & Isaksen, 2008) quien se centra en el problema como: un vacío entre: ¿Dónde se está? ó, ¿Qué se tiene? y una posición deseada o resultado.

En detalle (Treffinger, Selby, & Isaksen, 2008) plantean que los estilos influyen

en cómo los individuos perciben la información y los problemas, procesan datos, preparan e implementan la solución, también cómo usan constructivamente la información para solucionar problemas y manejar los cambios más efectivamente.⁷

Es oportuno insistir en que una buena aproximación al enfoque de los EC en la solución de problemas lo proporciona Treffinger y col., quienes los definen como:

diferencias individuales consistentes en la manera en que las personas prefieren planificar para llevar a cabo actividades focalizadas, con el fin de obtener claridad, generar ideas y prepararse para la acción. Una disposición natural de los individuos para manejar los cambios y solucionar problemas influenciada en parte por el modo de pensar, la motivación para tomar parte y responder a una situación que se le ha presentado, y las dimensiones actitudinales de su personalidad.⁸

Treffinger y col. Concluyeron, al igual que otros estudios, (Bloomberg, 1971; Meneely & Portillo, 2005; Álvarez & Martínez, 2009), que las dimensiones de los estilos en la solución de problemas son polaridades potencialmente creativas y no puede haber preferencias por una u otra, todos los estilos juegan un papel importante en la vía de la solución de problemas.

En cuanto al modelo del proceso de formulación y solución de problemas Treffinger y col. plantean que este proceso implica el pensamiento y el comportamiento en la consecución de un objetivo (Jonassen D. H., 2000), para ello se basan en un modelo del proceso de la solución de problemas basada en el modelo de A.F. Osborn (1952; 1953). Estos autores ponen de manifiesto que dentro de la comprensión de la creatividad muchos investigadores vinculan la capacidad creativa de alto nivel con un estilo crea-

tivo. Esencialmente los estilos creativos responden a la pregunta: ¿Cómo se es creativo?

b. Polaridades de los EC relativas al CPS

Se debe insistir en la importancia del papel de los EC dentro de la solución creativa de problemas, ya que aquella dimensión que da cuenta de la conducta global del comportamiento individual y que incluye a las otras polaridades, es la dimensión SIC.

Tanto Witkin y col. como Hederich y col. coinciden en afirmar que la dimensión más holística y que es un fuerte indicador del EC es la bipolaridad Sensibilidad-Independencia SIC al campo. (Witkin & Goodenough, 1985; Hederich & Camargo, 1998)

Para establecer aspectos relacionados con el EC, en cuanto a las dimensiones SIC es pertinente mencionar lo señalado por (Witkin & Goodenough, 1985) cuando se refieren a esta dimensión, como la que engloba cuestiones de la percepción y, a su vez, de la personalidad individual bajo el argumento de la psicología diferencial que trasciende a los EC, en general:

las razones por las que existe mayor inversión investigadora sobre la dependencia-independencia de campo en contraste con otros estilos cognitivos, son numerosas y diferentes. Entre estas razones está la demostrada amplitud de la dimensión y su evidente representación en la vida diaria, de tal forma que sus manifestaciones son notorias,(...) (Witkin & Goodenough, 1985, p. 25)

Aunque las polaridades se constituyen en un todo integral del individuo, existen específicamente unas polaridades de los estilos estrechamente vinculadas con CPS que se muestran de acuerdo con las fases de formulación y solución de

problemas en la Tabla 5. Vale la pena distinguir entre la solución de problemas con la creatividad en el sentido de la creación de nuevas ideas relativa a la creatividad mientras que la solución de problemas obedecería a la obtención de un propósito no necesariamente de manera original o novedosa.

A continuación, se especifican las polaridades relacionadas con la CPS desde la perspectiva de los estilos en la solución de problemas:

Es importante acotar lo señalado por Treffinger et al.¹¹, cuando advierten sobre la importancia de estas distinciones a nivel de los estilos de solución de problemas ya que existen prejuicios acerca de la creatividad, por lo general asociándola con algunas profesiones como los artistas y a desconocer otras como la tarea creativa de los ingenieros (2008, p. 396). Lo anterior puede llevar a los programas educativos a privilegiar didácticas para unos y excluir en sus programas didácticas para el desarrollo creativo en otros.

Como lo menciona Kirton (2003, citado por (Stoyanov & Kirschner, 2007), los EC tienen un -valor neutral- y cada polaridad o dimensión del estilo puede producir soluciones creativas a problemas tal como lo confirman sus hallazgos. Así mismo, las investigaciones de Kirton sugieren que las personas pueden operar con diferentes dimensiones del estilo en cada una de las etapas del proceso de solución de problemas.

En algunos estudios puede encontrarse algunas críticas a la relación entre las dimensiones de los EC y su posibilidad de explicar algunos procesos de CPS. No obstante, esto puede ser atribuido tanto la metodología experimental como a la concepción o enfoque acerca de los EC.¹² Por ejemplo, es importante destacar que algunos hallazgos de investigaciones conceptualizan la diferencia entre los EC de constructos cognitivos tales como

Tabla 5. Principales polaridades de los estilos cognitivos en la CPS

Autor	Dimensión del estilo	Descripción
(Treffinger, Selby, & Isaksen, 2008)	Explorador vs. Desarrollador Orientación al cambio (OC)	Los exploradores tienden a solucionar los problemas desde la perspectiva de visualizar posibilidades inusuales, explora nuevas vías y posibilidades; por el contrario enfrentan los problemas a partir de algunos elementos básicos iniciales, soluciones prácticas y con la realidad de la tarea.
	Interno vs. Externo o Introversión vs. Extroversión (Meneely & Portillo, 2005) Modo de procesamiento (MP). (características similares a la dimensión independencia-dependencia al campo (Álvarez R. & Martínez S., 2010; Hederich Martínez, 2004)	Los externos son personas que tienden a solucionar problemas desde la interacción activa con otros para discutir las ideas; por el contrario, los internos hacen gala de sus propios recursos para tomar decisiones en la solución de problemas.
	Centrado en las personas vs. Centrado en las tareas Vías de decisión (WD)	Los individuos centrados en las personas consideran primero el impacto de sus decisiones en las otras personas. Prefieren estar involucrados emocionalmente cuando establecen prioridades.
Indicador de tipos de Myers Briggs (MBTI) citado en: (Meneely & Portillo, 2005, p. 159; Pantoja O., 2005) Kagan J. citado en: (Hederich & Camargo, 1998, p. 32)	Intuición vs. sensación	Los intuitivos responden a situaciones basados en la inconsciencia ya que generalmente no pueden explicar sus decisiones; mientras que las personas sensitivas tienden a resolver problemas mediante reacción a estímulos.
	Pensamiento vs. emoción ó reflexividad vs. Impulsividad ⁹	Las personas prefieren decidir rápidamente (pensamiento impulsivo) con poca probabilidad de certeza o por el contrario consideran los escenarios antes de dar la respuesta y controlar el error (pensamiento reflexivo).
(Kirton, 2003) citado en: (Stoyanov & Kirschner, 2007; Pantoja O., 2005)	Adaptador vs. Innovador¹⁰	Los adaptadores tienden a adherir elementos a una estructura establecida, mientras que los innovadores tienden a resolver problemas sin una estructura particular más inusuales pero menos factibles.
Bruner J., citado en: (Hederich & Camargo, 1998, p. 31)	Centrado vs. Barrido	Los individuos tendientes a la centración se enfocan en una sola tarea y finalizarla antes de iniciar otra, mientras que la tendencia al barrido implica realizar varias tareas al tiempo sin importar el final.
(Hederich, 2004; Blanca Mena & Luna Blanco, 1990; Bloomberg, 1971; Iriarte, Cantillo, & Polo, 2000; Meneely & Portillo, 2005; Spotts & Mackler, 1976; Witkin, Moore, Goodenough, & Cox, 1977)	Independencia vs. dependencia	Desarrollada previamente en la primera fase del proyecto (Álvarez & Martínez, 2009). Dimensión holística que puede abarcar otras polaridades.

Fuente: los autores

conocimiento e inteligencia (Kirton; 2003, citado por (Stoyanov & Kirschner, 2007, p. 53)

c. La toma de conciencia y su relación con la formulación y solución de problemas

Aquí es necesario recordar la hipótesis de la presente investigación la cual plantea que tanto en la formulación como en la solución de problemas, como capacidad mental y competencia del diseño basada en tecnología, existe un conjunto de elementos y principios cognitivos de interdependencia que permiten, por un lado, la modificación de un ambiente de tarea hacia la formulación del espacio de problema; y por otro, la prefiguración del desarrollo de alternativas hacia la síntesis incremental. El factor fundamental de la construcción cognitiva la cual atraviesa por el proceso de toma de conciencia el cual (Piaget, 1981) estudió y estructuró a través de sus abundantes experiencias y podría explicar, en este proyecto, los mecanismos que llevan a orientar un comportamiento orientado a la solución de problemas (objetivo-fin).

Piaget concluyó que la toma de conciencia es un proceso que “va de la periferia al centro”¹³ el cual orienta el comportamiento que inicia con la consecución de un fin, este principio estaría compuesto por dos elementos periféricos:

1. **Objetivo:** “La conciencia del objetivo alcanzado o la intencionalidad como dirección global del acto”.¹⁴
2. **Resultado:** La toma de conciencia de su terminación (ya sea en acierto o fracaso).

Con estos principios periféricos se desencadenan consciente e inconscientemente, medios para llevar a cabo tareas con resultados. (Por ejemplo, los niños pequeños pueden alcanzar su objetivo pero no pueden explicar cómo lo con-

siguieron (Vigotsky, 1996), así mismo, parecería ocurrir con los diseñadores cuando pueden hallar una posibilidad de emprender un proyecto o generar ideas para la solución de un problema pero de un modo que resulta inconsciente).

Por otra parte, Piaget describe los mecanismos internos que llevan a la conciencia de las acciones y al conocimiento de los objetos, estos son procesos de interiorización de las acciones en conceptos.¹⁵ Piaget también señala que el sujeto realizará comprobaciones de -sí-se alcanza o -no- el objetivo con lo que se revisan los medios empleados, para refinar sus actos o cambiarlos.

Hasta aquí parece claro que los aspectos diversos y especializados que se van a considerar en los procesos implicados en la actividad del diseño específicamente el proceso que va de la estructuración hacia la solución de problemas, el cual se ha explorado a nivel de la literatura actualizada, presentan múltiples aristas o perspectivas que hacen necesario ajustar las propuesta educativas, pedagógicas y didácticas a esta complejidad diversa de los procesos de CPS. Finalmente, es pertinente hacer referencia a Pantoja quien cita a Cross N. (1991), reconocido investigador en el campo del diseño, expone la estrecha relación entre la actividad de diseño especialmente el proceso para formular, estructurar y resolver problemas de manera creativa: “la forma como el individuo aborda la situación, que se convierte en su objeto de conocimiento, y la forma como plantea soluciones para conocerlo mejor o para solucionarlo, depende de su estilo particular o estilos predominantes” (Pantoja O., 2005)

7. Cometario final

La necesidad que mueve el desarrollo de la presente investigación implica aportar, desde una perspectiva cognitiva, aproximar y sugerir algunas estrategias didácticas para la disciplina del diseño

(Dahlman, 2007; Kim, Kim, Lee, & Park, 2007; Jonassen & Hernández Serrano, 2002), que en alguna medida beneficien los procesos de formación de diseñadores industriales.

El (PEI) de la Universidad promueve una educación incluyente y, por ello, se hace necesaria la adecuación de las prácticas educativas desde la pedagogía y la didáctica, estas se desarrollan mediante la construcción de conocimientos sobre contenidos, la enseñanza y el aprendizaje. Las reflexiones que se esperan obtener de estas reflexiones, también podrán servir en alguna medida, como fuente de consulta para otros programas académicos de la Universidad o externos interesados en la comprensión de los aspectos cognitivos implicados en la solución creativa de problemas y su relación con las competencias para la innovación.

Maldonado y Andrade (2001) han definido algunas condiciones para la educación de los individuos para que puedan resolver problemas con el fin de desarrollar lo que denominan como -la capacidad de diseño-. En este sentido, la presente propuesta recoge los aspectos diferenciales cognitivos y los relaciona con los disciplinares que construyen el objeto de estudio del diseño como profesión.

Para construir una propuesta en este campo, es importante revisar las condiciones que Maldonado y Andrade exponen:

1. Desarrollo de ciertas habilidades y destrezas tanto motrices como de expresión y experimentación.
2. Una malla conceptual a modo de una experiencia mínima como base para un aprendizaje significativo (Dahlman, 2007)
3. Capacidad de expresar, en términos abstractos (capacidad de pensamiento abstracto), los referentes concretos

como situación de partida para la tarea de diseño.

4. Construcción de prototipos funcionales que expresen la estructura y la función de las soluciones, parciales o finales, a los problemas de diseño.
5. Experiencia significativa del individuo. "La construcción de estrategias fuertes de solución de problemas, que es el aspecto que diferencia la labor de los especialistas de los novatos" (Gagné, 1984. Citado por (Maldonado & Andrade, 2001, p. 19; Schraagen, 1993; Liikkanen & Perttula, 2008).
6. Estudio de la historia del desarrollo de los objetos. El estudio sistemático de las soluciones prácticas para conocer la experiencia técnica de la humanidad.
7. Partir del aprendizaje por descubrimiento guiado para culminar en aprendizaje por descubrimiento autónomo.

Puede resultar casi paradójico enseñar a diseñar si se considera a esta una capacidad innata en los individuos, que además implica pensamiento divergente en tanto que los procesos académicos generalmente son -frontales- y convergen en resultados a veces homogéneos. Como se ha visto, las complejidades que se requieren para el procesamiento y estrategias implicadas en la estructuración de un proyecto de diseño que conlleve al planteamiento de una idea original e innovadora, es decir, que se lleve a su fabricación o puesta en el uso cotidiano, implica el trabajo de más de un individuo ya que estos procesos proyectuales desbordan en información, tareas y requieren optimización del tiempo, un panorama que será un reto en los programas educativos de diseño que desconocen el elemento grupal y colectivo del diseño y la innovación.

No obstante, el diseño visto desde una perspectiva compleja y sistémica permite entender que los hallazgos de las investigaciones, aunado a los esfuerzos pedagógicos y didácticos puestos en las aulas, permiten articular sincrónicamente y de modo jerárquico, muchos de estos componentes complejos de la ecuación –formación en y para el diseño-. Por otra parte, en la academia se encuentra el reto de pensar epistemológicamente y evaluar críticamente las posibilidades de formación de personas, cada vez, más creativas que pongan en la palestra los componentes para una educación incluyente, que respete la diversidad de las personas y sus potenciales.¹⁶

Notas

¹ La sustitución del concepto de -dependencia al campo- por el de -sensibilidad al campo- ha sido abordado en el sentido de la acepción positiva que tiene el ser sensible, puesto que en las explicaciones que se les ofrecen a los estudiantes, sujetos del estudio, tiende a ser tomada negativamente la palabra dependencia y no corresponde con la bipolaridad que tiene la dimensión, éste ha sido discutido también por Ramírez y Castañeda (1974) referenciados por Hederich, C., & Camargo, A. (1993). p. 36.

² Por su siglas en inglés Creative Problem Solving (CPS); sigla que se utilizará en adelante.

³ Denominado por Hederich y col., como el –modelo frontal individualizado-. (Hederich C., Camargo, Guzmán, & Pacheco, 1995, p. 8).

⁴ Búsquedas realizadas por los investigadores y la colaboración de la estudiante de diseño María Fernanda Ángel del programa de Diseño industrial de la Tadeo, Carolina Parra diseñadora.

⁵ “Domain knowledge, heuristic strategies; control strategies, learning strategies.” (Cfr., 1993, p. 287).

⁶ Una de las conclusiones del II Foro Pedagógico de los Estilos de Aprendizaje, organizado por la Universidad de La Salle, ponencia de

Christian Hederich; noviembre 4 y 5 de 2009, Universidad de la Salle- Bogotá.

⁷ “Each dimension influences directly the ways people perceive problems and information, process data, generate possible solutions, make choices and decisions, and prepare to implement solutions. They also provide information that individuals can use constructively to solve problems and manage change more effectively”. (Treffinger, D., Selby, E. C., & Isaksen, S. G.; 2008). Pp. 390-401.

⁸ “We define problem-solving styles as consistent individual differences in the ways people prefer to plan and carry out generating and focusing activities, in order to gain clarity, produce ideas, and prepare for action.” (Ibid., p. 393)

⁹ También revisado por: (Pantoja O., 2005).

¹⁰ Hederich y Camargo señalan que la dimensión Holístico vs. Analítica postulada por Riding R. como una síntesis de las dimensiones Independencia vs dependencia, reflexividad vs impulsividad, Agudización vs Nivelación y adaptación vs innovación. (Hederich & Camargo, 1998, Pp. 29-32).

¹¹ “... we focus on the behavioral preferences in solving problems or managing change rather than identifying a general personality type”. Ibid. Pp. 395.

¹² “The inconsistency of the data related to cognitive style can be attributed to the difference in definition of cognitive style: (a) either as a level-type construct (some styles are better than others), or (b) as a preference to approaching problems in a particular way”. (Stoyanov & Kirschner, 2007, p. 53)

¹³ (Piaget, 1981, p. 256)

¹⁴ Esto es llama la atención acerca de la estrecha relación con los principios operacionales que definen el proceso tecnológico (Habermas, 2005).

¹⁵ La formación de los conceptos según (Piaget, 1994).

¹⁶ Un agradecimiento especial a Fabiola Cabra Torres, PhD en innovación educativa, docente de la Universidad Javeriana, por las revisiones realizadas a este documento.

Referencias

- ÁLVARIZ, F., & Martínez, E. (2010). Competencias para la innovación: Identificación de competencias cognitivas significativas del profesional de diseño. *Actas de Diseño*, 5.
- ÁLVARIZ R., F. A., & Martínez S., E. E. (19 de Noviembre de 2010a). *Foro de Diseño Industrial*. (U. N. Colombia, Productor). Recuperado el 3 de diciembre de 2010, de Foro Desconcentrar el diseño: <http://aplicaciones.virtual.unal.edu.co/blogs/forodisenoindustrial/articulos>
- ÁLVARIZ R., F. A., & Martínez S., E. E. (2010b). *Los estilos cognitivos en la dimensión Sensibilidad-Independencia al Campo (SIC) en los procesos de diseño* (Vol. 1). Bogotá: Universidad ICESI.
- ÁLVARIZ, F. (2010c). *Identificación de estilos cognitivos en la dimensión sensibilidad-independencia al campo (SIC) en estudiantes de diseño Industrial*. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- ÁLVARIZ, F., & Martínez, E. (2009). *Caracterización del estilo cognitivo del estudiante diseño industrial de la U.J.T.L.* Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- ÁLVARIZ, F., & Martínez, E. (10 de octubre de 2009b). <http://www.disenola.org>. Recuperado el 10 de 10 de 2009, de http://www.disenola.org/index.php/-articulos.html?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=21&category_id=10&manufacturer_id=32
- ANDRADE, E. (1996). Ambientes de aprendizaje para la educación en Tecnología. *Revista Educación en Tecnología*, 1 (1), 1-15.
- ANDRADE, E. (1993). *El papel de la educación en tecnología en el desarrollo nacional de los países del tercer mundo*. Bogotá, Colombia: CIUP.
- ANDRADE, E., & Lotero, A. (1998). Una propuesta de estructura curricular para el desarrollo del área de tecnología e informática. *Revista Educación en Tecnología*, 3 (3), 72-93.
- AUSUBEL, D. (1990). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- BACHELARD, G. (1994). *La formación del espíritu científico*. México: Siglo XXI.
- BARAK, M., & Goffer, N. (2002). Fostering systematic innovative thinking and problem solving: Lessons education can learn from industry. *International Journal of Technology and Design Education* (12), 227-247.
- BLANCA MENA, M. J., & Luna Blanco, R. (1990). Procesamiento analítico vs. holístico en la dependencia-independencia de campo. 8º *Congreso Nacional de Psicología*, (p. 98). Barcelona.
- BLOOMBERG, M. (1971). Creativity as related to field independence and mobility. *Journal of Genetic Psychology*, 118 (1), 3-12.
- BODEN, M. (1994). *La mente creativa: Mitos y mecanismos*. Barcelona: Gedisa.
- CABRA, F. (2008). *Evaluación de las competencias en la educación superior*. Bogotá: Universidad Javeriana.
- CARBONELL, J. (2006). *La aventura de innovar, el cambio en la escuela* (III ed.). Madrid, España: Morata.
- CROSS, N. (2002). *Metodos de diseño*. Barcelona: Limusa.
- DAHLMAN, Y. (2007). Towards a theory that links experience in the arts with the acquisition of knowledge. *JADE*, 26 (3), 274-284.
- DIT, D. f. (2009). *BIS*. Recuperado el 28 de 07 de 2009, de DIT: <http://www.berr.gov.uk/>
- FERNÁNDEZ, R., Parga, M., Forero, S., Angulo, C., Sierra, C., Álvarez, F., y otros. (2008). *Proyecto educativo del programa (PEP)*. Bogotá: UJTL.
- FLEER, M. (2000). Working Technologically: Investigations into How Young Children Design and Make During Technology Education. *International Journal of Technology and Design Education* (10), 43-59.
- GALLEGO, R. (1995). *Discurso constructivista sobre las tecnologías*. Bogotá: Libros y Libres S.A.
- GARCÍA, R. (2000). *El conocimiento en construcción*. Barcelona: Gedisa.
- GARCÍA, R. (2006). *Sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa S.A.
- GOEL, V., & Pirolli, P. (1992). Structure of design problem spaces. *Cognitive Science*, 16 (3), 395-429.
- HABERMAS, J. (2005). *Ciencia y técnica como ideología* (4 ed.). Madrid, España: Tecnos.
- HEDERICH, C., & Camargo, Á. (1998). *Estilos Cognitivos como Modalidades de Procesamiento de la Información*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional - COLCIENCIAS.
- HEDERICH MARTÍNEZ, C. (Diciembre de 2004). Estilo cognitivo en la dimensión de Independencia-dependencia de campo -Influencias culturales e implicaciones para la educación-. Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- HEDERICH MARTÍNEZ, C., & Camargo Uribe, A. (1993). *Diferencias cognitivas y subculturas en Colombia*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- HEDERICH MARTÍNEZ, C., & Camargo Uribe, A. (1999). *Estilos cognitivos en Colombia, resultados en cinco regiones culturales colombianas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- HEDERICH MARTÍNEZ, C., & Camargo Uribe, Á. (1995). Logro educativo y estilo cognitivo en Colombia. *Revista Colombiana de Educación* (30), 48-62.
- HEDERICH MARTÍNEZ, C., Camargo Uribe, A., Guzmán Rodríguez, L., & Pacheco Giraldo, J. C. (1995). *Regiones Cognitivas en Colombia*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- HEDERICH, C. (2004). *Estilo cognitivo en la dimensión de Independencia - Dependencia de Campo*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Psicología Básica, Evolutiva y Educación, Ballaterra, España.
- HEDERICH, C., & Camargo, Á. (1993). *Diferencias cognitivas y subculturas en Colombia*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional - CIUP.
- HEDERICH, C., & Camargo, Á. (1998). *Estilos cognitivos como modalidades de procesamiento de la información*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia-Colciencias.
- HEDERICH, C., & Camargo, A. (1999). *Estilos cognitivos en Colombia*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional - Colciencias.
- HEDERICH, C., & Camargo, Á. (2001). *Estilos cognitivos en el contexto escolar*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional - CIUP - IDEP-.
- HEDERICH, C., & Camargo, Á. (2008). *Logro educativo y estilo cognitivo en Colombia*. Recuperado el 02 de 11 de 2009, de www.pedagogica.edu.co/storage/rce/articulos/rce30_09infor.pdf
- HEDERICH, C., Camargo, Á., & Reyes, M. (2004). *Ritmos Cognitivos en la Escuela*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, DGP-CIUP.
- HEDERICH, C., Camargo, A., Guzmán, L., & Pacheco, J. (1995). *Regiones cognitivas en Colombia* (1 ed.). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- JONASSEN, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48 (4), 63-85.
- JONASSEN, D., & Hernández Serrano, J. (2002). Case-based reasoning and instructional design: using stories to support problem solving. *Educational Technology, Research and Development*, 50 (2), 65-77.
- KIM, M. H., Kim, Y. S., Lee, H. S., & Park, J. A. (2007). An underlying cognitive aspect of design creativity: limited commitment mode control strategy. *Design Studies*, 28 (6), 585-604.
- KOLFSCHOTEN, G., Lukosch, S., Verbraeck, A., Valentin,

- E., & Vreede, G.-J. (2010). Cognitive learning efficiency through the use of design patterns in teaching. *Computers & Education* (54), 652-660.
- LAYTON, D. (1993). *Technology's challenge to science education*. Buckingham, UK: Open University Press.
- LIKKANEN, L. A., & Perttula, M. (2008). Exploring problem decomposition in conceptual design among novice designers. (E. Ltd., Ed.) *Design studies*, 30 (1), 38-59.
- LOSCOS, M. (10 de 03 de 2006). *Autorregulación del estilo cognitivo a través del lenguaje*. Recuperado el 13 de 10 de 2008, de <http://eprints.ucm.es/tesis/edu/ucm-t25564.PDF>
- MALDONADO, L. F., & Quintero, V. (2006). La autorregulación como mecanismo de evaluación en el área de tecnología e informática. En I. Instituto para la investigación y el desarrollo Pedagógico, *Ambientes de aprendizaje y evaluación interlocutiva* (p. 290). Bogotá, Colombia: IDEP.
- MALDONADO, L., & Andrade, E. (2001). *Ambiente computarizado para el aprendizaje autodirigido del diseño ACA2* (1 ed.). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional-COLCIENCIAS.
- MARTÍNEZ, E. (2006). Apuntes para una pedagogía del diseño. *Imaginario*, 1 (1), 12-15.
- MAZZEO, C., & Romano, A. M. (2007). *La enseñanza de las disciplinas proyectuales*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.
- MCCORMICK, R. (1997). Diseño y tecnología como revelación y ritual. *Educación en tecnología*, 2 (2), 74-83.
- MENEELY, J., & Portillo, M. (2005). The Adaptable Mind in Design: Relating Personality, Cognitive Style, and Creative Performance. *Creativity Research Journal*, 17 (2-3), 155-166.
- MONTEALEGRE, R. (2007). La solución de problemas cognitivos, una reflexión cognitiva sociocultural. *Avances en psicología Latinoamericana*, 25 (002), 20-39.
- MORIN, E. (1996). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- MUÑOZ, J., Álvarez, F., Garza, L., & Pinales, F. (2005). Modelo para el aprendizaje colaborativo del análisis y diseño orientado a objetos. *Apertura*, 5 (001), 73-82.
- NOVAK, J. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Alianza.
- OSORIO, J. C. (2008). *Introducción al pensamiento sistémico*. Cali: Programa editorial Universidad del Valle.
- PANTOJA O., M. A. (13 de diciembre de 2005). Estilos cognitivos. *Creando*, 13.
- PARRA, J. (1996). *Inspiración*. Bogotá, Colombia: Magisterio.
- PERKINS, D. (1989). *Conocimiento como diseño*. (F. Quebbemann, Trad.) Bogotá, Colombia: Universidad Javeriana.
- PIAGET, J. (1981). *La toma de conciencia*. Madrid, España: Morata S.A.
- PIAGET, J. (1994). *Seis estudios de psicología*. Bogotá: Drake.
- PIAGET, J., & García, R. (1987). *Psicogénesis e historia del a ciencia*. México: Siglo XXI.
- PINEDA C., E., Sánchez V., M., & Amariles O., D. (1998). *Lenguajes objetuales y posicionamiento*. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- RIVAS, O., & González, L. (2007). Comportamiento y cognición en solución de problemas: influencias y paralelismos. *Acta Colombiana de psicología*, 10 (002), 59-69.
- RÖMER, A., Leinert, S., & Sachse, P. (2000). External support of problem analysis in design problem solving. *Research in Engineering Design* (12), 144-151.
- SÁNCHEZ V., M. (2001). *Morfogénesis del objeto de uso*. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- SCHRAAGEN, J. M. (1993). How experts solve a novel problem in experimental design. *Cognitive Science*, 17 (2), 285-309.
- SHINNO, H., Yoshioka, H., & Marpaung, S. (2006). A structured method for analysing specification in product planning for machine tools. *Journal of Engineering Design*, 4 (17), 347-356.
- SOMYÜREK, S., Güyer, T., & Atasoy, B. (2008). *The effects of individual differences on learner's navigation in a courseware* (Vol. 7). Ankara, Kurkia: Turkish online journal educational tech-tojet.
- SPOTTS, J., & Mackler, B. (1976). Relationships of field-dependent and field independent cognitive styles to creative test performance. *Perceptual and Motor Skills*, 24 (1), 239-268.
- STERNBERG, R., & Zhang, L.-f. (2001). *Perspectives on Thinking, Learning, and Cognitive Styles*. New Jersey, United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- STOYANOV, S., & Kirschner, P. (2007). Effect of problem solving support and cognitive styles on idea generation: implications for technology-enhanced learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 1 (40), 49-63.
- TREFFINGER, D., Selby, E. C., & Isaksen, S. G. (23 de 11 de 2008). Understanding individual problem-solving style: a key to learning and applying creative problem solving. *Learning and Individual Differences*, 390-401.
- TURNER, S. (2009). ASIT- a problem solving strategy for education and eco-friendly sustainable design. *International Journal of Technology Design Education* (19), 221-235.
- VARGAS G., G. (1999). *Filosofía, Pedagogía, Tecnología*. Bogotá: U. San Buenaventura.
- VIGOTSKY, L. (1996). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores* (1 ed.). Barcelona, España: Crítica.
- VIGOTSKY, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires, Argentina: Fausto.
- WANG, Y., & Chiew, V. (2010). On the cognitive process of human problem solving. (ScienceDirect, Ed.) *Cognitive Systems Research* (11), 81-92.
- WIENER, N. (1995). *Inventar*. Barcelona, España: Tusquets.
- WITKIN, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field-Dependent and Field-Independent Cognitive Styles and Their Educational Implications. *Review of Educational Research*, 47 (1), 1-64.
- WITKIN, H., & Goodenough, D. (1985). *Estilos cognitivos, naturaleza y orígenes*. Madrid: Piramide.
- YILMAZ, S., & Seifert, C. (19 de enero de 2009). Cognitive Heuristics Employed by Designers. *Design Science*, 2591-2601.