

# VALIDACIÓN DEL MODELO PARA LA CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO COMO INSTRUMENTO DIDÁCTICO

Irma Laura Cantú Hinojosa

## Resumen

El objetivo general de este estudio fue la validación del modelo para la conceptualización del diseño arquitectónico (MCDA) de Cantú Hinojosa (1998). El modelo surge como una aportación metodológica para desarrollar la creatividad en el diseño mediante el desarrollo del aspecto conceptual del diseño. El MCDA fue desarrollado con la intención de mejorar algunas carencias que se han presentado en la operatividad de los aspectos creativos, metodológicos y didácticos de la enseñanza y el aprendizaje del diseño manifestados en el proceso de diseño que los estudiantes de arquitectura y diseño industrial utilizan para la realización de sus proyectos. Por otra parte, el MCDA describe cómo se desarrolla y se explica la concreción del concepto de diseño y la relación con el resultado del proyecto.

Se realizó una investigación empírica, cuantitativa, descriptiva, explicativa, correlacional de dependencia y multivariante. Se utilizó la técnica estadística de los modelos de ecuaciones estructurales (SEM) considerando el método de máxima verosimilitud. La técnica estadística de los SEM tiene como objetivo fundamental contrastar un modelo teórico sobre las relaciones entre las variables independientes y dependientes que configuran el modelo. También los SEM tienen la particularidad de examinar simultáneamente un conjunto de correlaciones y relaciones de dependencia entre las variables.

La muestra quedó compuesta por 515 sujetos, estudiantes de arquitectura y de diseño industrial, de instituciones públicas y privadas, que participaron en eventos académicos nacionales y locales y de ambos géneros.

Los resultados permiten afirmar que existe bondad de ajuste entre el MCDA de Cantú Hinojosa (1998) y el modelo obtenido a partir de la muestra de los estudiantes de arquitectura y de diseño industrial en el período escolar de enero a julio de 2004, obteniendo valores aceptables de acuerdo con los índices establecidos para las medidas de calidad de ajuste. Una versión simplificada de la estructura del modelo logró mejorar tales medidas. Por esta razón, es aceptable en este estudio, como el mejor modelo posible que explica, en coherencia con la teoría, las variables latentes endógenas planteadas —las variables concreción del concepto (VD1) y resultado del proyecto (VD2)—.

Desde el punto de vista teórico-conceptual, el MCDA se presenta como una aportación de la aplicación del enfoque cognitivo en la enseñanza y el aprendizaje del diseño, en armonía con el enfoque de la educación que se centra en los procesos de aprendizaje y la construcción de conocimiento.

Por otra parte, la conclusión emanada de las pruebas empíricas es que el desarrollo y la concreción del concepto de diseño pueden ser explicados a partir de la validación del MCDA de Cantú Hinojosa (1998), en cuanto al aspecto teórico-conceptual, a la estructura, relación entre las fases del modelo y a la utilidad del modelo resultados del proyecto.

**Palabras Clave:** Validación de modelos; conceptualización del diseño arquitectónico; proceso de diseño; modelo didáctico del diseño con enfoque cognitivo.

## **Introducción**

La actividad central de los arquitectos es diseñar espacios físicos con la factibilidad de construirse. La importancia y el sentido de trascendencia de una obra arquitectónica edificada reside en que representa un tiempo histórico, refleja una sociedad, una ideología y una época, satisface y armoniza un sinnúmero de factores que se concretan en un proyecto edificable. La arquitectura es una servidora del ser humano porque ambos comparten un lugar, un tiempo y un espacio al construir la historia de la humanidad.

Cada proyecto arquitectónico demanda su propia respuesta, única, específica, funcional y bella, con tecnología de vanguardia e integrada al contexto inmediato, pero sobre todo atendiendo óptimamente a las necesidades del usuario particular para otorgarle lo funcional, lo estético, lo constructivo, lo único, lo original. Algo tangible que transmita la individualidad que caracteriza y dignifica a las personas.

Para que un proyecto arquitectónico tenga estas características, es necesario acentuar su valor conceptual, porque es ahí en donde cada proyecto manifiesta un valor agregado por la creatividad en su solución y su fundamentación teórica, ofreciendo una respuesta única e individual (Cantú Hinojosa, 1998).

El proceso de diseño se vuelve complejo por las grandes cantidades y cualidades de los elementos que intervienen que van tomando su lugar durante el desarrollo de los proyectos. Cada proyecto arquitectónico debe responder coherentemente a las exigencias y los requerimientos del usuario, en el contexto físico, psicológico, económico, social y cultural. Si el proceso de diseño se experimenta complejo en sí mismo, el proceso de enseñanza y de aprendizaje del diseño arquitectónico es también complejo, ya que, como parte de la formación académica, son los estudiantes quienes analizan y sintetizan en los proyectos las soluciones óptimas y especialmente creativas. En este trabajo se propone un modelo didáctico

para responder a esta aparente complejidad de la enseñanza y el aprendizaje del diseño, con base en el modelo educativo centrado en el aprendizaje, específicamente en el aprendizaje desde el enfoque cognitivo. Por otra parte, desde la disciplina de la arquitectura y el diseño este modelo didáctico surge a partir del desarrollo del aspecto conceptual del proyecto durante el proceso de diseño.

Desde esta orientación, se espera que el mismo proceso de diseño propicie el estímulo de los procesos activadores de la creatividad cognitiva en los estudiantes, así como la integración de la teoría en la práctica durante el proceso de diseño. En este sentido, se vuelve fundamental considerar aquellos conocimientos, habilidades, actitudes y valores que, como parte de la formación integral, permitan a los estudiantes visualizar a la arquitectura como un conjunto de elementos que, armónicamente contruidos, definen un espacio habitable que expresa el momento histórico, social y cultural, por las características plásticas, técnicas, funcionales y ambientales.

Muchos son los cuestionamientos que se han presentado acerca de los modelos de métodos y procesos de diseño desde las décadas de los '60 y '70, cuando preponderaron las propuestas y estudios de los métodos de diseño. Aunque no se los menciona desde el punto de vista didáctico, se destacó la necesidad de revisar los nuevos métodos desde tres puntos de vista: (a) el de la creatividad, (b) el de la racionalidad y (c) el del control sobre el proceso de diseño (Jones y Broadbent, 1968).

El modelo didáctico que se propone en el presente estudio pretende atender principalmente los dos primeros, los modelos de métodos y procesos de diseño desde la creatividad y desde la racionalidad; es decir, desde el aspecto creativo cognitivo como parte del proceso de diseño.

Los motivos para estudiar la creatividad y su aplicación como elemento integrador en la educación son numerosos. Desde el enfoque cognitivo interesa, la forma en que interviene en el proceso de diseño, la participación de ésta en un modelo didáctico, y en general, en la formación de arquitectos y diseñadores.

El estudio y análisis del proceso de diseño y la relación que tiene con la actitud y las habilidades cognitivas apoyan la propuesta de incorporar y validar un modelo didáctico que incluya y enfatice la etapa de conceptualización del diseño arquitectónico, con el propósito de que el ejercicio de la profesión (para la realización de los proyectos arquitectónicos) sea verdaderamente una respuesta a todas las necesidades de cada proyecto. Desde esta perspectiva, se puede sostener que el ejercicio profesional empieza en las aulas, cuando los futuros arquitectos y diseñadores adquieren las competencias profesionales inherentes de la disciplina.

A través del tiempo, en las escuelas de arquitectura de México y de algunos países, se ha concretado la enseñanza de la arquitectura a la enseñanza de cómo se hace la arquitectura en la práctica profesional (Turati Villarán, 1993). La arquitectura es el producto de un proceso de diseño en donde la finalidad es crear proyectos factibles que habrán de construirse. Esto ha implicado una evolución y evaluación constante de los modelos de métodos y procesos de diseño propiciando una correlación entre el proceso de enseñanza del diseño y el proceso de diseño.

### **Antecedentes**

El contexto actual demanda formar individuos preparados para enfrentar nuevas necesidades propias de la época actual, que se caracteriza por los complejos fenómenos de la globalización, del desarrollo científico y tecnológico y la diversificación de las fuentes de acceso al conocimiento. Se cuestiona los actuales modelos educativos, ya que no parecen

responder a estas necesidades. Asimismo, se cuestiona la calidad y la pertinencia de los aprendizajes, principalmente aquellos que son parte de modelos educativos centrados en la enseñanza y no en el aprendizaje y la construcción del conocimiento (Gutiérrez, 2003).

Las instituciones educativas tienen la responsabilidad de generar condiciones que posibiliten a los estudiantes lograr aprendizajes que trasciendan, significativos y constructivos. Los modelos educativos centrados en el aprendizaje tienen el énfasis en el proceso mismo de aprendizaje de cada persona. Considera la capacidad de aprender y las aptitudes cognitivas y afectivas particulares de cada estudiante.

En la última década del siglo XX, en el informe de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI de la UNESCO, presidida por Delors (1996), se observan algunas ideas en relación al desarrollo de las habilidades cognitivas y su impacto en la educación del futuro, especialmente en la formación y el desempeño académico y profesional, en la educación superior. En este mismo documento, uno de los cuatro pilares de la educación es el de “aprender a conocer”, que se podría sintetizar como actualizar, profundizar y enriquecer el conocimiento adquirido y saber adaptarse a un mundo en permanente cambio. Supone aprender a aprender, ejercitar la atención, la memoria y el pensamiento en sus distintas modalidades. Para la ciencia de la educación ha sido un nuevo paradigma que implica enseñar a pensar, aprender a pensar, promover el pensar más y de una mejor manera (Delors, 1996).

Al respecto, Lipman (1998) plantea que la educación para la razonabilidad implica el cultivo del pensamiento de orden superior. Por pensamiento de orden superior establece la conjunción del pensamiento creativo y del pensamiento crítico. Por otra parte, White (1964) sostiene que la verdadera educación consiste en educar a los jóvenes para que sean pensadores y no reflectores de los pensamientos de los demás.

Éstas y muchas otras aportaciones muestran la pertinencia de considerar modelos educativos centrados en el proceso de aprendizaje, favoreciendo el desarrollo de las habilidades cognitivas, para tener la posibilidad de aprender a pensar adecuadamente y afrontar las condiciones futuras con la habilidad de concebir nuevos marcos conceptuales, la crítica y la autocrítica como parte del proceso de aprendizaje y del desarrollo de las personas. Asimismo, la capacidad de ofrecer alternativas de solución creativa a los problemas que aquejan a la sociedad, con un sentido humano y sensible a las necesidades sociales.

Este es el contexto actual de la formación profesional y, particularmente, de la formación de arquitectos y diseñadores.

De acuerdo con el informe presentado por el Comité Interinstitucional para la Evaluación de la Educación Superior en México (CIEES, 1997), en el Comité de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (CADU), en las escuelas de arquitectura en México se presenta una notable desvinculación entre la práctica profesional y los conocimientos que el alumno adquiere en el aula en las distintas áreas de conocimiento de acuerdo al plan de estudio de cada institución.

Esto explica la necesidad de propuestas en donde la práctica profesional y la academia tengan un mayor acercamiento para atender a las necesidades y demandas de la sociedad por medio de la pertinente formación integral de los estudiantes de arquitectura, especialmente aquellas competencias que le permitan abordar los problemas con las habilidades cognitivas, los valores y las actitudes que las sostienen.

Un estudio con conclusiones similares realizado fuera de México (Lawrence, 2000) presenta que, en la historia de la profesión de arquitecto, se percibe discontinuidad entre los modelos de la práctica profesional y los modelos de educación de la arquitectura; propone que el proceso educativo debe estar continuamente realineado con las fuerzas del trabajo y los

ambientes sociales y económicos, en esfuerzos multidisciplinarios orientados y coordinados al mercado en la aplicación integral y la toma de decisiones. Por esta razón, las actividades de diseño creativo que son inherentes al proceso de diseño son funciones consideradas de pensamiento estratégico —razonamiento deductivo y verbal y resolución de problemas— y representan pasos inmediatos hacia el objetivo final que es la solución de los proyectos de diseño y las correlaciones correspondientes con las competencias referidas a la organización, el planeamiento estratégico, la actitud positiva, la capacidad de síntesis y abstracción, la comunicación y la creatividad, entre las principales competencias, que aunadas al talento natural individual, pueden ser ventajas competitivas para los egresados de estas disciplinas.

En general, los programas académicos de la enseñanza de la arquitectura y el diseño en México no han mostrado específicamente estrategias o modelos educativos y didácticos en donde deliberadamente se propicie la búsqueda creativa, la integración de la teoría a la práctica, las habilidades cognitivas y las actitudes subyacentes formativas que les permitan a los egresados enfrentarse a la inter y multidisciplinariedad, a la globalización y al presente mundo de constante cambio.

### **Planteamiento del problema**

En el contexto internacional actual, los programas académicos de arquitectura, necesitan desarrollar y proponer mecanismos didácticos con enfoques cognitivos que apoyen la enseñanza del diseño, especialmente en lo que se refiere al desarrollo y al estímulo de los procesos activadores de la creatividad durante el proceso de diseño. Es necesario fortalecer la fase reflexiva, lógica y creativa, de búsqueda de significados abstractos y concretos, de desarrollo de alternativas basadas en los principios de diseño y composición arquitectónica emanados de la teoría de la arquitectura, que se potencializan en la conceptualización del diseño arquitectónico (Cantú Hinojosa, 1998).

Un crecimiento en el desarrollo de las habilidades cognitivas, las actitudes y los valores que las acompañan, podrá ser una competencia profesional integral, así como una ventaja competitiva en el sentido profesional y humano que les permita a los egresados afrontar las condiciones futuras de una mejor manera.

Por otra parte, una de las necesidades que apoyó el surgimiento de métodos de diseño fue la de dar un apoyo al “salto al vacío” (Rodríguez Morales, 1989) que es la fase o etapa en donde el diseñador, estudiante o profesional, se introduce en una nueva experiencia, desconocida, en la búsqueda de soluciones creativas a los problemas de diseño sin saber cómo abordar y enfrentar el reto de tener una página en blanco —sea de papel o digital—.

El “salto al vacío” es una expresión que se ha utilizado para referirse al momento en que el arquitecto o diseñador inicia el proceso de diseño para encaminarse a la resolución de un proyecto. Rovalo López de Linares, Monterrubio Aguilar, Velásquez Morales, Orth Carlos y Canales Goerne (1994) sostienen que con la habilidad cognitiva y el conocimiento, el diseñador puede producir y ofrecer una respuesta adecuada al problema de diseño particular.

Por otra parte, si el “salto al vacío” es la esencia misma del proceso de diseño (Turati Villarán, 1993), lo que hace falta es una explicación de lo que sucede en ese aparente vacío y conocer qué elementos cognitivos, afectivos y procedimentales intervienen durante el proceso de diseño que permitan concretar las ideas y materializarlas en un proyecto edificable. Es precisamente ahí en donde los métodos y procesos de diseño han mostrado su mayor limitación, pues en realidad es muy escasa su aportación en la fase creativa (Rodríguez Morales, 1989). En general no muestran alguna etapa o fase en donde deliberadamente se propicie la búsqueda creativa, de significados abstractos para transformarlos en algo concreto (Cantú Hinojosa, 1998). Esta realidad no sólo se presenta en el ejercicio profesional, sino principalmente en la didáctica del diseño.



Los modelos de métodos y procesos de diseño en general presentan algunas carencias en la fase creativa: algunos no la incluyen, otros la mencionan pero no la explican y otros tantos la reconocen como algo misterioso que sucede en el desarrollo de proyectos y difícilmente se puede describir o definir. Por otra parte, también se aprecia una limitación en la integración de la teoría en la práctica del diseño como parte del proceso de diseño (Cantú Hinojosa, 1998).

De ahí que los métodos y modelos de procesos de diseño han surgido ante la necesidad de desarrollar una herramienta intelectual que permita anticipar, desarrollar y controlar las diversas alternativas de diseño que es posible generar (Rodríguez Morales, 1989).

Miller (1995) sostiene que la calidad de un diseño es el resultado directo de un proceso de diseño de calidad, por lo que un proyecto excelente no puede darse como producto de la casualidad.

En la enseñanza y el aprendizaje del diseño se ha encontrado que existe poca investigación en lo que se refiere a la didáctica y los procesos cognitivos y creativos en el diseño en particular y en la investigación de la disciplina en lo general. También se presenta una desvinculación entre la teoría del diseño y de la arquitectura y su aplicación práctica (CIEES, 1997). Por otra parte, los métodos y procesos de diseño en su mayoría tienden a ser subjetivos e intuitivos considerando el diseño como un acto creativo que se da como algo mágico o místico. En la mayoría de los casos, no se promueve deliberadamente la abstracción (Mabardi, 2002) ni la conceptualización como fases que propicien y faciliten la aplicación de la cognición creativa.

Con respecto a la profesión y la formación del arquitecto Letelier (1984) sugiere que “el profesionalista ya no puede usar solo un proceso intuitivo en el diseño, pues sus aciertos y sus errores lo comprometen a él, al gremio y a vastos grupos de usuarios. Ante una nueva

realidad, nueva sociedad, nuevos problemas, nuevos clientes, se requiere de nuevos arquitectos con nuevos métodos, más científicos y más especializados” (p. 6).

Desde el aspecto curricular, Aguirre Osete (1992) realizó un análisis comparativo de los diferentes planes de estudio en las instituciones de enseñanza de la arquitectura en México, en Sudamérica, en algunas instituciones de los Estados Unidos y en Europa, en donde se observa que con el tiempo se ha logrado un balance entre las áreas de conocimiento de los planes de estudio de los programas académicos de la arquitectura. Sin embargo, no se muestra que existan materias o asignaturas propias de una formación integral o en apoyo al desarrollo cognitivo y humano, que capaciten con competencias profesionales propias de las necesidades actuales del mundo globalizado.

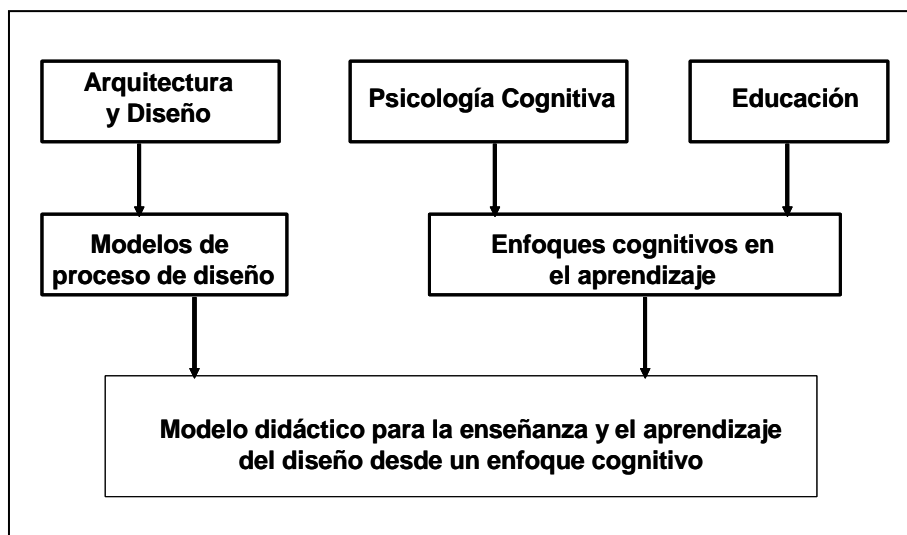
En el presente trabajo se realiza la validación del modelo para la conceptualización del diseño arquitectónico (MCDA) de Cantú Hinojosa (1998), siendo una aportación que pretende responder principalmente a estas carencias que se han venido presentando en la enseñanza y el aprendizaje de la arquitectura y el diseño, en los modelos de métodos y proceso de diseño, especialmente en los aspectos metodológicos y didácticos.

Por otra parte, el estudio se enmarca en la fundamentación conceptual que respalda al MCDA de Cantú Hinojosa (1998); la teoría del conocimiento —particularmente aquellas emanadas de la psicología cognitiva—, la teoría de la arquitectura —proveniente de la trilogía vitruviana y, la teoría de la educación— especialmente aquellas aportaciones que vinculan en la didáctica los enfoques cognitivos y constructivistas del aprendizaje (ver Figura 1).

### **Marco teórico y revisión de la literatura**

En el presente estudio se realizó una reseña de la literatura sobre los enfoques educativos centrados en el aprendizaje y en la construcción de conocimiento. De especial manera

se abordó el enfoque cognitivo del aprendizaje, los elementos que lo integran, las diferentes posiciones teóricas y estudios empíricos.



*Figura 1.* Esquema general de la investigación.

Se encontró que el interés por estudiar el pensamiento del hombre es muy antiguo. En las últimas décadas han surgido nuevas tendencias en la educación que acentúan el desarrollo cognitivo e integral de los alumnos, aprendiendo estrategias, habilidades y destrezas cognitivas en conjunto con las actitudes y valores que les permitan enfrentar nuevos retos, buscando que la labor educativa alcance los niveles de preparación científico técnico, humanística y cultural acorde con las necesidades del contexto actual.

Como parte del enfoque cognitivo se revisaron la teoría de procesamiento de la información, la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1983), el aprendizaje por descubrimiento de Bruner (1985), el enfoque constructivista de Piaget (1983), el paradigma de procesos de Amestoy de Sánchez (1984, 1992) y las teorías de la inteligencia de Guilford (1950), Sternberg (1992), Gardner (1995), Vigotsky (1979) y Feurestein et al. (1989), entre las teorías más importantes.

Para construir un modelo didáctico es necesario identificar cómo es que la persona procesa la información en el momento de aprender. La fundamentación teórica que apoya los modelos para el desarrollo de habilidades cognitivas o del pensamiento y sus aplicaciones descansa en teorías acerca del funcionamiento de la mente, la estimulación del intelecto y los fenómenos cognitivos que acompañan el acto mental.

Las habilidades del pensamiento —tanto del lógico como del creativo— y de la creatividad son componentes esenciales de los procesos mentales que, junto con la percepción, la imaginación, la intuición, la representación —imágenes visuales y mentales—, los procesos afectivos y la integración de la teoría y la práctica, que el estudiante puede disponer y ejercitar en su proceso de razonamiento —inductivo, deductivo o analógico— y en su proceso de conceptualización, lo puedan orientar a un mejor desarrollo y construcción de su propio aprendizaje.

Desde la acción educativa, la creatividad se presenta como un proceso integrador (Martínez Beltrán, 1976). Se atisba el reconocimiento de un nuevo paradigma en la educación.

En síntesis, los aspectos esenciales para el desarrollo de la creatividad en el proceso creativo son los siguientes: (a) desarrollo de las habilidades del pensamiento lógico y creativo; (b) desarrollo de la personalidad creativa, manifestado en la acentuación de características, actitudes y rasgos de carácter; (c) conocimiento e información del área en donde se pretende ser creativo —para este caso se refiere al área de la arquitectura y el diseño industrial, aplicada específicamente en el proyecto por resolver— y (d) motivación intrínseca, que incluye la actitud y la determinación de ser creativo (Cantú Hinojosa, 1998).

A partir de considerar los aspectos anteriores como síntesis de los principales elementos del enfoque cognitivo y constructivo del aprendizaje, se buscó transferirlos específicamente

te a la enseñanza y el aprendizaje del diseño en donde, desde el punto de vista académico, el proceso adquiere relevancia más que el producto.

En este sentido, el método y el proceso de diseño se presentan como el marco operativo de sistema didáctico del diseño arquitectónico. Cada etapa del método y del proceso de diseño se convierte en un aspecto didáctico, para cada uno de los cuales se puede estudiar, explicar y determinar las estrategias de aprendizaje, cognitivas y de desarrollo de la creatividad que se podrán utilizar de acuerdo con el propósito particular de cada uno.

Al implementarse como un instrumento didáctico el modelo de método y proceso de diseño se presenta como una guía metodológica en la que se debe de definir con precisión las acciones necesarias que permitan al docente desarrollar, plantear y organizar actividades didácticas durante el curso que favorezcan la búsqueda de soluciones creativas, la integración de la teoría en la práctica del diseño, la visualización del todo para dirigirse a las particularidades del proyecto. El utilizar un modelo de método y proceso de diseño como instrumento didáctico promueve un razonamiento deductivo-inductivo, de lo concreto a lo abstracto, de lo conocido a lo desconocido, de lo más difícil a lo más fácil, o viceversa (Turati Villarán, 1993).

En este estudio, se propone una aplicación del enfoque cognitivo a la didáctica del diseño arquitectónico con la inclusión de la fase de la conceptualización del diseño arquitectónico durante el proceso de diseño, que se establece como una herramienta concreta en la operatividad del modelo didáctico. Hasta ahora son pocos los autores que han estudiado la etapa de la conceptualización del diseño arquitectónico. Algunas veces sólo se explica en las memorias descriptivas una vez construido el edificio; pocas veces se explica el procedimiento y el proceso para llegar a conceptualizar el diseño arquitectónico. De ahí que este trabajo pretende ser una aportación concreta que integre la creatividad en el proceso de diseño mediante la fase de la conceptualización del diseño arquitectónico.

Desde el punto de vista didáctico, la fase de conceptualización se concretiza en el MCDA de (Cantú Hinojosa, 1998).

En la Figura 2 se representan las aportaciones principales del enfoque cognitivo del aprendizaje que propician la transferencia de este enfoque a la enseñanza y el aprendizaje del diseño mediante el MCDA de Cantú Hinojosa (1998).

En síntesis, en la Figura 2 se representa el fundamento teórico y la validación conceptual del MCDA.

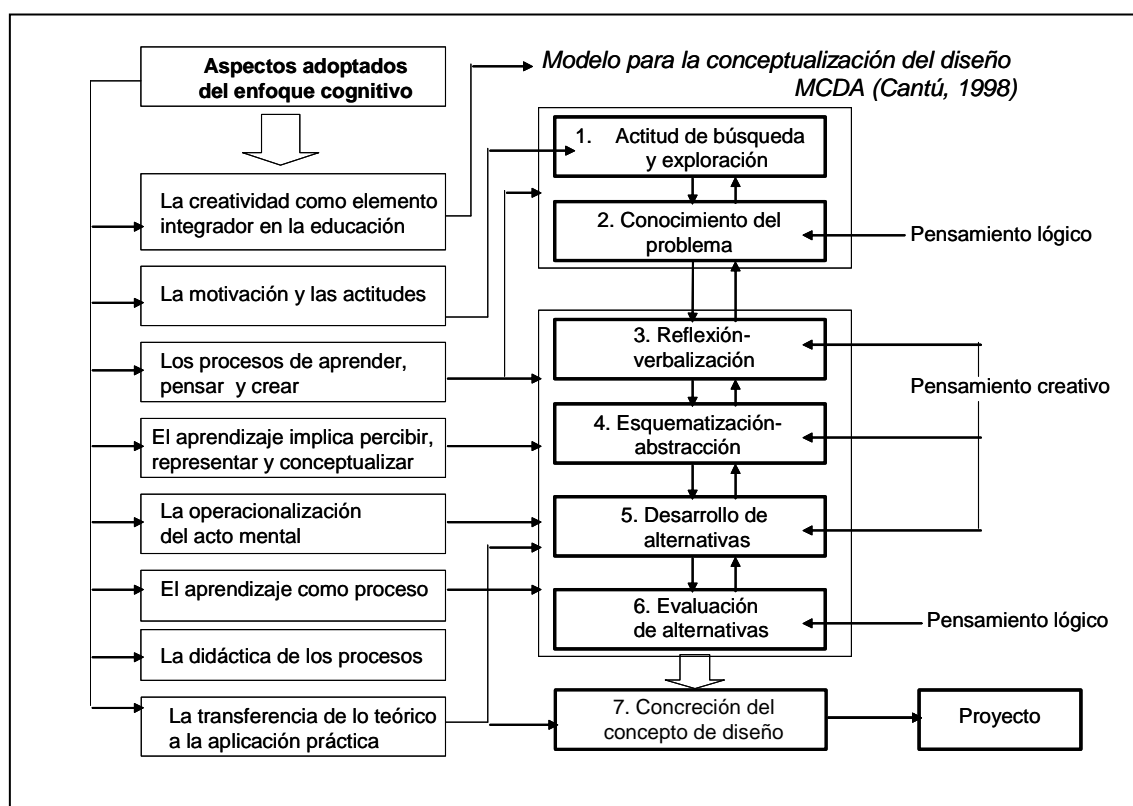


Figura 2. Transferencia del enfoque cognitivo a la didáctica del diseño mediante el MCDA (Cantú Hinojosa, 1998).

## Metodología

Se consideraron y desarrollaron los siguientes componentes metodológicos: la categorización del diseño de la presente investigación, la definición de la población y de los procedimientos para la selección de la muestra, la definición y la operacionalización de las

variables, los procedimientos para la elaboración de los instrumentos para la recolección de la información, y los procedimientos y las técnicas estadísticas utilizados para el análisis de los datos.

#### Tipo de investigación

El presente trabajo es una investigación que responde al interés por realizar la validación del MCDA de Cantú Hinojosa (1998), es decir, probar la bondad de ajuste de un modelo teórico. Se identifica como una investigación empírica, cuantitativa, descriptiva, explicativa, correlacional de dependencia y multivariante.

El propósito principal de este estudio fue realizar la validación de la estructura o comportamiento de las fases del modelo y de su utilidad en cuanto a la concreción del concepto de diseño y de los resultados de los proyectos que se generan a partir de la utilización dichas fases.

Se utilizó la técnica estadística de los SEM considerando el método de máxima verosimilitud. Para este proceso se recurrió al paquete estadístico AMOS —versión 5, complemento del SPSS— (Arbuckley y Wothke, 2001). La técnica estadística SEM tiene como objetivo fundamental contrastar un modelo teórico sobre las relaciones entre las variables independientes y dependientes que configuran el modelo (Byrne, 2001). También los SEM tienen la particularidad de examinar simultáneamente un conjunto de correlaciones y relaciones de dependencia entre las variables (Hair et al., 1999).

Desde el enfoque de los SEM, la validación del modelo se realizó probando su plausibilidad basada en datos empíricos que se obtuvieron de varias submuestras. La validación de modelos es un aspecto de la metodología sobre el cual se han dado múltiples y diversos debates, debido a que la validez de los resultados en cualquier estudio basado en un modelo depende sustancialmente de la validez del modelo (Echenique, 1963).

El diseño del presente estudio tiene como primer característica ser una investigación empírica de corte cuantitativa que buscó medir, de manera objetiva, la fuerza con la que están presentes las variables observadas que predicen y explican la concreción del concepto de diseño y éste a su vez en el resultado de los proyectos realizados por los estudiantes.

Desde el enfoque de los SEM, el MCDA (Cantú Hinojosa, 1998) se puede identificar como un modelo causal-descriptivo, ya que representa la teoría de un sistema real. Mediante los SEM no sólo se predice el comportamiento del sistema sino que además se explica y describe cómo es que este comportamiento se genera. De esta manera, probablemente puedan sugerir nuevas formas de modificar el comportamiento existente (Barlas, 1996). Los modelos causales basan sus expresiones matemáticas en postulados relacionados con el sistema y así se construyen teorías acerca del sistema. Estos modelos pueden usarse para la predicción y explicación y tienen como objetivo contrastar un modelo teórico sobre las relaciones entre las variables independientes y dependientes. Esto sólo puede ser posible si el modelo tiene una estructura interna que represente adecuadamente la teoría en la que se sustenta.

Dentro de la validación de modelos, el enfoque instrumentalista y pragmático sostiene que la validación o el grado de significación de un modelo debería ser juzgado por su conveniencia en relación a determinado propósito (Déry et al., 1993). Por esta razón, como objetivo en la validación del MCDA se buscó confirmar (a) la sustentación y fundamentación teórico-conceptual del modelo —en el capítulo dos—, (b) la validez de la estructura del modelo —del comportamiento de las fases y las relaciones entre éstas— y (c) la validez de la utilidad del modelo —la utilidad del modelo en función de la concreción del concepto de diseño y de los resultados del proyecto que se generan a partir de la utilización del modelo—.



De acuerdo con las condiciones del trabajo de investigación, el estudio es de campo, ya que se realizó por medio de procedimientos de recolección de datos generados en el ambiente natural de la producción de proyectos de diseño de los estudiantes de arquitectura y diseño.

### Población y muestra

Dado que la validación puede ser realizada mediante evaluar el modelo en una muestra y validarlo en otra muestra diferente (Catena et al., 2003), se consideró la opción de conformar la muestra en forma heterogénea incluyendo a estudiantes de arquitectura y de una disciplina afín —en cuanto al proceso de diseño— que es la de diseño industrial.

#### **Población**

De esta manera, la población estuvo delimitada por todos los estudiantes de arquitectura que pertenecen a las instituciones afiliadas a la Asociación Nacional de Instituciones de la Enseñanza de la Arquitectura (ASINEA) y todos los estudiantes de diseño industrial que pertenecen a las instituciones afiliadas a la Asociación Mexicana de Escuelas de Diseño Industrial (AMEDI).

#### **Muestra**

A partir de esta población, se determinó un muestreo no probabilístico por conveniencia (Polit y Hungler, 2000) conformada por los estudiantes de arquitectura que participaron en el Encuentro Nacional de Estudiantes de Arquitectura (ENEA 2004), evento que se llevó a cabo del 26 de marzo al 2 de abril de 2004 en la ciudad de Saltillo, Coahuila, y por los estudiantes de diseño industrial que participaron en el Encuentro Nacional de Estudiantes de Diseño Industrial (ENEDI 2004) evento que se llevó a cabo del 26 de abril al 3 de mayo de 2004 en la ciudad de Monterrey, Nuevo León. Asimismo en la muestra por conveniencia se incluyó a estudiantes locales del nivel de integración (8º, 9º y 10º semestres)

de ambas carreras de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), afiliada a la ASINEA y a la AMEDI.

La unidad de observación es el estudiante de arquitectura y de diseño industrial, tanto en el nivel nacional —eventos del ENEA y el ENEDI— como local —UANL—. En ellos se observó la forma en que desarrollan su proceso de diseño que los conduce a la realización de sus proyectos de diseño —arquitectónico o industrial—, para determinar en qué medida están presentes las fases del MCDA de Cantú Hinojosa (1998) —variables del estudio—, así como si predicen y explican la concreción del concepto de diseño y, por otra parte, si éste a su vez prefigura o impacta en los resultados de los proyectos de diseño realizados por los estudiantes.

El tamaño de la muestra se determinó por la norma propuesta por Catena et al. (2003), quien menciona que en los modelos SEM “una regla adecuada para decidir el tamaño de la muestra sería tener 8 veces más sujetos que variables” (p. 381). También menciona que se estima que “tamaños muestrales por debajo de 200 son insuficientes para evaluar adecuadamente un modelo debido a la inestabilidad de los parámetros y a la falta de potencia en los tests de contraste” (p. 381).

Considerando la norma propuesta por Catena et al. (2003), la muestra global debe estar conformada por tantos sujetos como el número de variables, tanto de las variables independientes como de las dependientes multiplicado por ocho. Dado que el instrumento definitivo para medir las fases del MCDA está conformado por un total de 47 declaraciones y que la otra variable dependiente resultado de los proyectos (VD2) tenía tres indicadores, se puede considerar que suman un total de 50 las variables superficiales o declaraciones. Este número multiplicado por 8 da un total de 400, que se consideró como el número de sujetos mínimo para este estudio.

Para la presente investigación la muestra por conveniencia fue conformada como lo indica la Tabla 1.

Tabla 1: *Conformación de la muestra (N = 515)*

Disciplina	Evento nacional	Evento local	n	%
Arquitectura	92	302	394	76.5
Diseño industrial	34	87	121	23.5
Total	126	389	515	100.0

## **Instrumentos**

La recolección de los datos se realizó mediante (a) un cuestionario —para las variables independientes actitud de búsqueda y exploración (V1), conocimiento del problema (V2), reflexión-verbalización (V3), esquematización-abstracción (V4), desarrollo de alternativas (V5) y evaluación de alternativas (V6)— y para la variable dependiente concreción del concepto de diseño (VD1) y (b) una matriz de evaluación de los proyectos para la variable dependiente resultado de los proyectos (VD2). Ambos instrumentos fueron elaborados ex profeso para esta investigación atendiendo a los procedimientos que se llevaron a cabo para tal fin: un análisis factorial exploratorio con rotación varimax, una prueba piloto, la validez de facie, la validez de consistencia interna y, posteriormente, antes de realizar el análisis estructural, se realizó un análisis factorial confirmatorio (CFA) para corroborar las cargas factoriales que aportaba cada una de las declaraciones con las que se observó cada variable.

El cuestionario definitivo que se utilizó para la medición de los variables que representan las fases que integran el MCDA de Cantú Hinojosa (1998) está expresado en dos versiones: una para los estudiantes de arquitectura y otra para los estudiantes de diseño industrial, adaptados según la terminología de cada una de las disciplinas.

Por su parte, la matriz para la evaluación de los proyectos de los estudiantes de arquitectura y de diseño industrial tiene el propósito de evaluar el resultado final del proyecto archi-

tectónico y de diseño industrial realizado por los estudiantes, respectivamente. Dichas evaluaciones, en escala tipo Likert, fueron realizadas por expertos de cada disciplina, considerando los aspectos de función, expresión formal y tecnología constructiva.

Una limitante que se presentó en la evaluación de la variable resultado de los proyectos (VD2) fue el hecho de que, aunque contaban con el formato establecido en donde se manifestaban los criterios de evaluación y los indicadores, algunos evaluadores lo utilizaron de manera general y, por ello, no dejó de existir un cierto grado de apreciación personal.

#### Validez

Para determinar si el cuestionario y la matriz de evaluación de los proyectos medía lo que pretende medir, se procedió a revisar la validez del instrumento por medio de la validez de *facie* a cargo de un grupo de expertos, quienes ofrecieron algunas aportaciones en cuanto a la claridad y la pertinencia del contenido de cada una de las declaraciones que configuran la medición de cada variable. Los expertos consultados pertenecen a las áreas de educación, de la arquitectura y del diseño industrial.

Una vez validado por los expertos el contenido de los constructos —variables latentes— del cuestionario, se administró una prueba piloto con el instrumento inicial formado por un total de 72 declaraciones. Los sujetos de la muestra piloto fueron 48 estudiantes de arquitectura de la materia de diseño del octavo semestre de la Facultad de Arquitectura de la UANL. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis factorial exploratorio con la finalidad de observar el agrupamiento de las declaraciones con rotación varimax y las respectivas cargas factoriales que aportaban para observar cada una de las variables latentes (constructos). Se consideró incluir sólo las declaraciones que mostraban cargas factoriales superiores a .40, ya que la carga factorial es la correlación entre la variable y el factor (Hair et al., 1999), en este estudio entre cada declaración y la variable latente. Según Hair et al. (1999), las cargas

factoriales menores de .30 se consideran que están en el nivel mínimo, por encima de .40 se consideran más importantes y por encima de .50 se consideran prácticamente significativas. Debido a este procedimiento, el instrumento se redujo de 72 declaraciones a 47. Se conservaron las siete subescalas, ya que cada una de ellas corresponde a las variables latentes — constructos— que representan las fases que conforman el MCDA.

Una vez identificadas las declaraciones y dado que su número para la medición de cada variable era distinto, según se indica en la Tabla 2, se procedió a estandarizar los valores por medio de índices para que todos los valores estuvieran en una escala de cien puntos. En el Apéndice 7 se indican las operaciones que dieron lugar a estos índices de estandarización.

Los índices para cada variable se identificaron en la base de datos de la siguiente manera: para la variable actitud de búsqueda y exploración (V1) es *indactit*; para la variable conocimiento del problema (V2) es *indconoc*; para la variable reflexión-verbalización (V3) es *indverba*; para la variable esquematización-abstracción (V4) es *indesqab*; para la variable desarrollo de alternativas (V5) es *inddesal*; para la variable evaluación de alternativas (V6) es *indevaal*; para la variable concreción del concepto de diseño (VD1) es *indcconc*; y para la variable resultado del proyecto (VD2) es *indrepro*. Una vez obtenidos los valores de los índices que representaban a cada variable, éstos fueron utilizados para todas las operaciones del estudio.

Por otra parte, el contenido de la matriz de evaluación fue realizado considerando los criterios e indicadores que corresponden a las áreas de conocimiento tanto de la arquitectura como del diseño industrial, según se indica en el formato utilizado para dichas evaluaciones.

#### Confiabilidad

El nivel de confiabilidad fue observado tanto en el la totalidad del cuestionario como por cada una de las subescalas que lo conforman.

Los resultados del cuestionario definitivo fueron sometidos a la prueba de confiabilidad de consistencia interna mediante el coeficiente alpha de Cronbach que alcanzó un valor de .9238 en el instrumento global, considerando las siete subescalas en su conjunto, con un total de 47 declaraciones.

También los datos fueron sometidos a la prueba de confiabilidad para determinar la consistencia interna o índice de confiabilidad por cada subescala. Los coeficientes alpha para cada una de las subescalas, se incluyen en la Tabla 2.

*Tabla 2: Índices de confiabilidad de las subescalas*

Variable	Código	Número de declaraciones	Coefficiente <i>alpha</i>
1. Actitud de búsqueda y exploración (V1)	actitud	8	.6790
2. Conocimiento del tema (V2)	conocim	9	.7261
3. Reflexión-verbalización (V3)	verbaliz	6	.7858
4. Esquematización-abstracción (V4)	esqabstr	5	.6889
5. Desarrollo de alternativas (V5)	desalt	7	.6274
6. Evaluación de alternativas (V6)	evalalte	6	.7218
7. Concreción del concepto de diseño (VD1)	cconcept	5	.6799

### **Análisis de los datos**

Se realizaron los análisis descriptivos de cada una de las variables del estudio, en donde se obtuvieron los valores de la media, la desviación estándar, los máximos y mínimos y el sesgo. Se probó la hipótesis nula de normalidad en todas las variables sometiendo la muestra a la prueba de Kolmogorov-Smirnov Z que se utiliza para “determinar si la diferencia entre las funciones de distribución empírica de las variables es estadísticamente significativa” (Ferrán Aranaz, 2001, p. xxix).

Como parte del análisis de las variables del estudio, se recurrió al MANOVA para determinar la diferencia entre los perfiles de las medias obtenidas en cada una de las variables

entre los subgrupos. Por otra parte, para el análisis de los contrastes entre las medias en cada variable, se utilizó el ANOVA.

De igual manera, se realizó un análisis de las correlaciones entre las variables del estudio para determinar si existen correlaciones significativas entre las medias obtenidas en cada una de las variables.

Para la validación del modelo del estudio se sometieron a las pruebas de bondad de ajuste a los modelos hipotetizados para los objetivos operativos 1 y 2, según lo indica los SEM.

## **Resultados**

En seguida se muestran los resultados que surgen de los análisis de los datos de esta investigación.

Las variables del estudio representan las fases que conforman el MCDA. Para conocer las características particulares y la naturaleza de las variables del estudio se realizó un análisis descriptivo de cada una de ellas. Se sometió la muestra a la prueba de Kolmogorov-Smirnov  $Z$  que se utiliza para “determinar si la diferencia entre las funciones de distribución empírica de las variables es estadísticamente significativa” (Ferrán Aranaz, 2001, p. xxix). De esta manera se probó la hipótesis nula de normalidad en todas las variables del estudio. Todas mostraron significatividad estadística al nivel de .01, excepto la variable reflexión-verbalización (V3), que fue significativa al nivel de .05,

Respecto de los valores de la media alcanzada por las variables en la muestra total ( $N = 515$ ), se observa en la Tabla 3 que la variable reflexión-verbalización (V2) obtuvo el valor más bajo ( $M = 59.05$ ). Por el contrario, el valor más alto ( $M = 83.17$ ) fue alcanzado por la variable actitud de búsqueda y exploración (V1). Por otra parte, los contrastes entre las medias de las variables fueron significativos en la mayoría de los subgrupos, según se indica en la Tabla 4.

Tabla 3. *Valores de la media alcanzada por cada variable en la muestra total (N=515)*

Variable	Mínimos	Máximos	Media	Desviación Standard
Actitud de búsqueda y exploración (V1)	37.50	100.00	83.17	11.55
Conocimiento del problema (V2)	19.44	100.00	74.77	13.18
Reflexión-verbalización (V3)	4.17	100.00	59.05	19.79
Esquematización-abstracción (V4)	10.00	100.00	73.04	16.92
Desarrollo de alternativas (V5)	32.14	100.00	77.64	11.22
Evaluación de las alternativas (V6)	0.00	100.00	74.09	14.22
Concreción del concepto de diseño (VD1)	25.00	100.00	75.74	14.56
Resultado de los proyectos (VD2)	25.00	100.00	65.87	11.29

En la Tabla 4 se muestra los valores de la media alcanzada por los subgrupos del estudio en donde se destaca lo siguiente:

1. Por evento, se observa que en el nivel nacional la variable resultado de los proyectos (VD2) alcanzó el valor menor de la media (55.83). Por el contrario, el valor mayor de la media (88.06) fue alcanzado por la variable actitud de búsqueda y exploración (V1). En el nivel local, se observa que la variable reflexión-verbalización (V3) alcanzó el valor menor de la media (59.07). Por el contrario, el valor mayor de la media (81.58) al igual que en el subgrupo nacional, fue alcanzado por la variable actitud de búsqueda y exploración (V1).

2. Por carrera, se observa que tanto en la carrera de arquitectura como de diseño industrial la variable reflexión-verbalización (V3) alcanzó el valor menor de la media (62.24 y 64.24 respectivamente). Por el contrario, el valor mayor de la media (83.16 y 83.18 respectivamente) fue alcanzado por la variable actitud de búsqueda y exploración (V1).

Tabla 4. *Valores de la media alcanzada por cada variable según los subgrupos de estudio*

Variable	Evento		Carrera		Institución		Género	
	Nac	Local	Arq	DI	Púb	Priv	Fem	Mas
Actitud de búsqueda y exploración (V1)	88.06	81.58	83.16	83.18	82.57	91.14	81.22	84.66
Conocimiento del problema (V2)	77.75	73.80	75.87	71.17	74.48	78.54	75.22	74.42
Reflexión-verbalización (V3)	73.94	59.07	62.24	64.24	61.48	79.03	60.46	64.44
Esquematización-abstracción (V4)	84.12	69.46	73.87	70.37	71.88	88.47	70.06	75.34
Desarrollo de alternativas (V5)	80.82	76.61	77.11	79.36	77.21	83.33	77.42	75.13
Evaluación de las alternativas (V6)	80.28	72.08	73.14	77.18	73.34	84.02	72.73	75.13
Concreción del concepto de diseño (VD1)	84.29	72.97	74.94	78.32	75.05	84.86	73.62	77.37
Resultado de los proyectos (VD2)	55.83	69.13	64.26	71.12	66.48	57.81	68.47	63.88



## **Pruebas de bondad de ajuste**

Dado que este estudio tuvo por propósito realizar una presentación conceptual y probar la bondad de ajuste del modelo teórico MCDA —modelo hipotetizado— a datos obtenidos de la muestra con la finalidad de validar el MCDA, por lo que la pregunta de investigación buscó explicar la forma en que la actitud de búsqueda y exploración (V1), el conocimiento del problema por diseñar (V2), la verbalización como fase reflexiva (V3), la esquematización como fase de abstracción (V4), el desarrollo de alternativas de solución (V5) como fase para operacionalizar la búsqueda creativa y la evaluación de dichas alternativas (V6) —fases del MCDA— son variables que explican e inciden en la concreción del concepto de diseño (VD1), y por otra parte, si las fases del MCDA son variables que explican e inciden en el resultado de los proyectos (VD2) elaborados por los estudiantes de arquitectura y diseño.

En seguida se muestran los resultados del análisis de la valoración de las medidas de calidad de ajuste del modelo hipotetizado para atender los objetivos operativos 1 y 2.

## **Generalidades**

Para la validación del modelo se sometió el modelo teórico MCDA de Cantú Hinojosa (1998) —modelo hipotetizado— a la prueba de bondad de ajuste usando el método de máxima verosimilitud. Catena et al. (2003) sostiene que “un buen modelo debe de ser capaz de explicar una gran cantidad de la variabilidad de las variables observadas” (p. 357). Asimismo, un buen modelo es aquel en el que la semejanza de la matriz de varianzas-covarianzas de los datos observados y de los datos implicados por el modelo —matriz residual— es elevada (Catena et al., 2003). Esta semejanza entre las matrices es básicamente observada por el índice GFI que indica el grado de ajuste conjunto, entre los más importantes.

Para determinar el grado en que el modelo hipotetizado “se ajusta”, es decir, que es consistente con la evidencia empírica, se realizó la valoración de la bondad de ajuste

considerando los parámetros establecidos para las medidas de calidad de ajuste, tales como (a) el ratio de verosimilitud de la  $\chi^2$  chi cuadrada, (b) el GFI que indica el grado de ajuste conjunto –la semejanza entre ambas matrices- (Hair et al.,1999), (c) el índice AGFI, (d) el índice CFI y (e) el RMSEA, entre las más relevantes.

Antes de iniciar el procedimiento para la ejecución de la pruebas estadísticas de bondad de ajuste, se realizó un análisis factorial confirmatorio (CFA) con la finalidad de confirmar que cada una de las variables latentes —constructos— estaba siendo observada y medida con las declaraciones que aportaban cargas factoriales mayores de .4, según se indica en el Apéndice 8. Éstas oscilan entre .44 y .78. Asimismo después de observar los resultados del modelo como un todo mediante las medidas de calidad de ajuste, se analizó la significatividad estadística de los pesos de los coeficientes de regresión –ajuste de los parámetros- con la finalidad de observar si estaban dentro de los rangos admisibles, es decir, si eran estadísticamente significativos. Por otra parte, también se observaron los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) de las variables que intervienen en cada uno de los objetivos operativos del estudio.

Como estaba establecido en el procedimiento para el análisis de los datos de las pruebas de bondad de ajuste, una vez que se ha obtenido el resultado de las medidas de calidad de ajuste del modelo hipotetizado, si éste no obtiene los índices aceptables en todas las medidas de calidad de ajuste se recomienda (a) detectar las fuentes que generan la falta de ajuste del modelo y (b) realizar una modificación a éste con la finalidad de buscar mejorar la bondad de ajuste del modelo hipotetizado, es decir, determinar el modelo que es consistente con la evidencia empírica y, por lo mismo, corrobora si los índices aceptables en las medidas de calidad de ajuste describen adecuadamente los datos obtenidos de la muestra para cada uno de los objetivos del estudio.

### *Valoración del ajuste del modelo hipotetizado para el objetivo operativo 1*

En seguida se muestran los resultados del análisis de la valoración del ajuste del modelo hipotetizado para el objetivo operativo 1.

Como modelo hipotetizado fue considerado el modelo original MCDA. La valoración de las medidas de calidad de ajuste se realizó considerando la muestra total ( $N = 515$ ). Se obtuvieron las medidas de calidad de ajuste, en éstas se destaca lo siguiente:

1. La chi cuadrada fue significativa ( $\chi^2_{(5)} = 69.39, p = .00$ ). De acuerdo con Bollen (1989) y Browne y Cudeck (1998), cuando el valor de la probabilidad  $p$  asociado con la  $\chi^2$  es alto indica que existe una cercanía de ajuste entre el modelo hipotetizado y el modelo perfecto, ya que es estimado a partir de los residuales. Por ello en los SEM el parámetro aceptable para el valor de  $p$  es que sea mayor que .05. En este caso, el modelo obtenido de la muestra no se ajusta en este valor de  $p$ . Sin embargo, dada la sensibilidad de la prueba de verosimilitud de  $\chi^2$  al tamaño de la muestra, “el uso del  $\chi^2$  es apropiado para tamaños de muestra entre 100 y 200 haciéndose menos significativa con los tamaños de muestra fuera de este rango” (Hair et al., 1999, p. 681). Por otra parte, puesto que la hipótesis que se contrasta es la de igualdad –la nula-, es decir, que las matrices sean iguales, “si la  $\chi^2$  es significativa, entonces cabe concluir que el modelo no se ajusta” (Catena et al., 2003, p. 368).

Considerando lo anterior con respecto a la  $\chi^2$ , se procedió a considerar el índice NFI que fue de .961, y el índice CFI, que fue de .964, este último diseñado para tomar en cuenta el tamaño de la muestra considerándose que, en ambos índices, los valores por encima de .90 indican un aceptable ajuste a los datos (Raykov y Marcoulides, 2000).

2. El índice GFI, que indica el grado de ajuste conjunto, fue de .964 estando por arriba del nivel de aceptación de .90.

3. El índice AGFI fue de .801, justo en el nivel de aceptación que es el de mayor o igual que .80.

4. El índice CFI fue de .964, por arriba del nivel de aceptación de .90.

5. El RMSEA fue de .158, fuera del rango aceptable de .00 a .08. Según MacCallum et al. (1996), un valor de RMSEA por encima de .10 se considera que tiene un ajuste pobre y un ajuste de .00 es un ajuste perfecto. Sin embargo, dado que este índice intenta corregir la tendencia del estadístico  $\chi^2$  con respecto a las características del tamaño de la muestra y, considerando que el RMSEA es la discrepancia por grado de libertad (Hair et al., 1999), la sensibilidad de este índice a las características de la muestra es similar a la de la  $\chi^2$ , por lo que se procedió a considerar también el índice de ajuste normado (NFI), que fue de .961, y el índice CFI que fue de .964, este último diseñado para tomar en cuenta el tamaño de la muestra considerándose que valores, en ambos índices, por encima de .90 indican un aceptable ajuste a los datos (Raykov y Marcoulides, 2000).

Por su parte, Byrne (1994, 2001) menciona que una posible limitación de éste índice —RMSEA— es que ignora la complejidad del modelo. Dado que el RMSEA es la discrepancia por grado de libertad, un modelo que manifieste menos cantidad de parámetros o relaciones entre variables —modelos menos complejos— posiblemente manifestará un mejor ajuste en este índice RMSEA.

Respecto de los pesos de los coeficientes de regresión —el ajuste de los parámetros— para las relaciones causales bivariadas entre las variables en el modelo hipotetizado —original MCDA—, todos ellos fueron estadísticamente significativos al nivel de .01. Sólo el de la variable esquematización-abstracción (V4) en relación a la variable concreción del concepto de diseño (VD1) fue significativo al nivel de .05, (ver Apéndice 11). Asimismo, los coeficientes de determinación  $R^2$  se ubicaron entre .22 y .52.

En este sentido, los resultados permitieron afirmar que existe bondad de ajuste entre el MCDA de Cantú Hinojosa (1998) y el modelo obtenido a partir de la muestra de los estudiantes de arquitectura y de diseño industrial en el período escolar enero-julio de 2004 — objetivo operativo 1 (Fig.3)—. Sin embargo, una versión simplificada de la estructura del modelo logró mejorar tales medidas. El RMSEA fue de .000, lo que mostró un ajuste perfecto. Respecto de los pesos de los coeficientes de regresión para las relaciones bivariadas entre las variables en el modelo hipotetizado modificado, todos ellos fueron estadísticamente significativos al nivel de .01. Asimismo los coeficientes de determinación  $R^2$  se ubicaron entre .36 y .62.

Por esta razón, es aceptable en este estudio, como el mejor modelo posible que explica, en coherencia con la teoría, las variables latentes endógenas planteadas (Fig. 4).

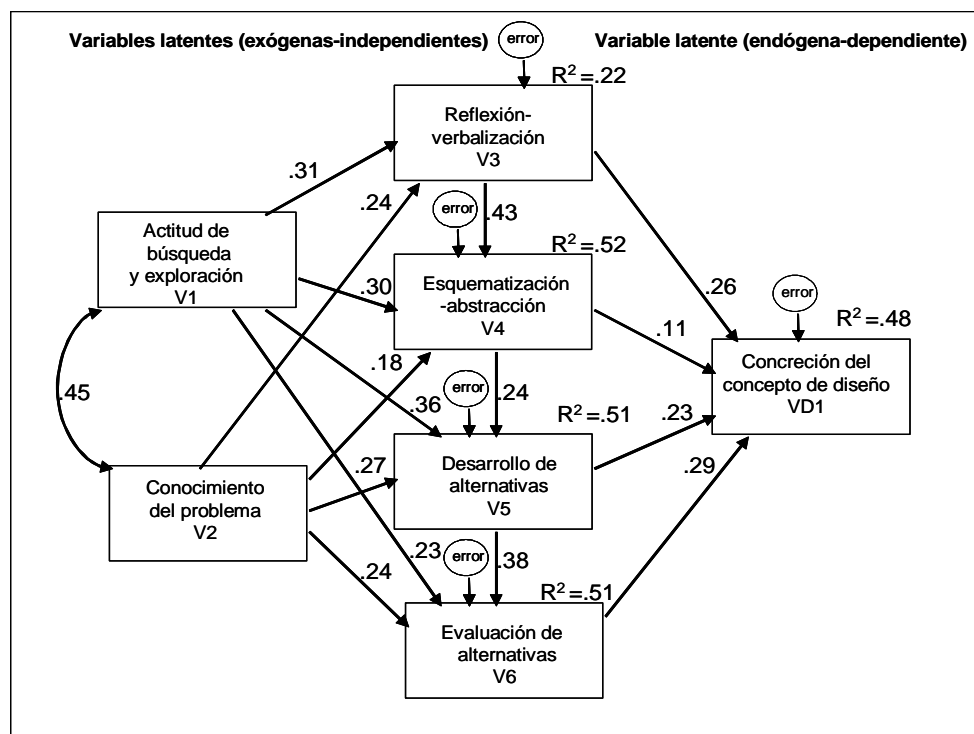


Figura 3. Parámetros estandarizados del modelo hipotetizado para el objetivo operativo 1

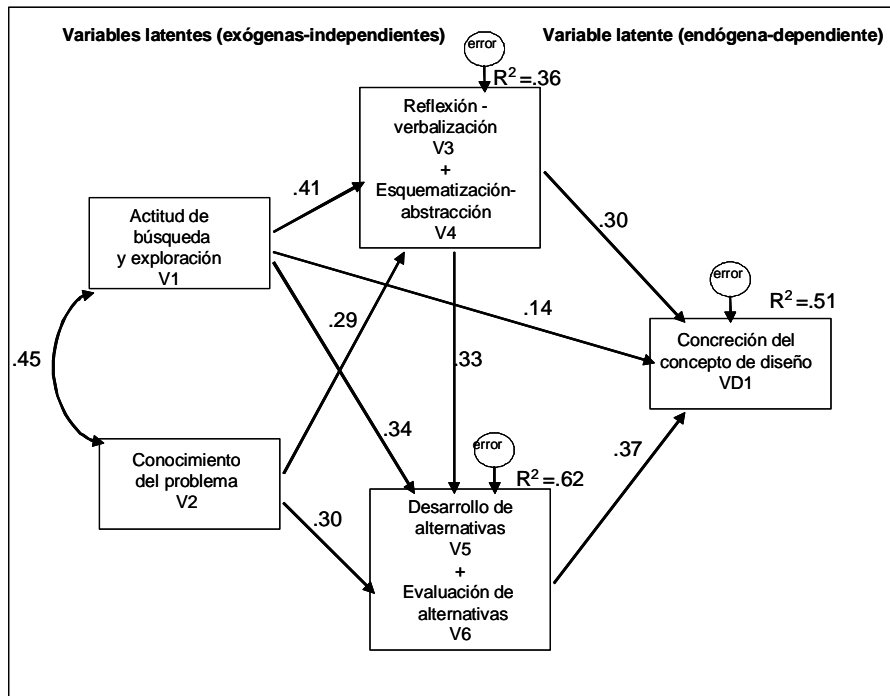


Figura 4. Parámetros estandarizados del modelo hipotetizado modificado para el objetivo operativo .

### Valoración del ajuste del modelo para el objetivo operativo 2

Como modelo hipotetizado fue considerado el modelo original MCDA como predictor de la variable resultado del proyecto (VD2) (ver Figura 5). La valoración de las medidas de calidad de ajuste se realizó considerando la muestra total ( $N = 515$ ). Se obtuvieron las medidas de calidad de ajuste, en éstas se destaca lo siguiente:

1. La chi cuadrada fue significativa ( $\chi^2_{(11)} = .91.72, p = 0.00$ ). Como se mencionó a propósito de esta medida en la valoración del ajuste del modelo para el objetivo operativo 1, cuando el valor de la probabilidad  $p$  asociado con la  $\chi^2$  es alto indica que existe una cercanía de ajuste entre el modelo hipotetizado y el modelo perfecto, ya que es estimado a partir de los residuales. Por ello en los SEM el parámetro aceptable para el valor de  $p$  es que sea mayor que .05. En este caso, el modelo obtenido de la muestra no se ajusta en este valor de  $p$ . Sin embargo, dada la sensibilidad de la prueba de verosimilitud de  $\chi^2$  al tamaño de la muestra, “el uso del  $\chi^2$  es apropiado para tamaños de muestra entre 100 y 200 haciéndose menos

significativa con los tamaños de muestra fuera de este rango” (Hair et al., 1999, p. 681). Por otra parte, puesto que la hipótesis que se contrasta es la de igualdad —la nula—, es decir, que las matrices sean iguales, “si la  $\chi^2$  es significativa, entonces cabe concluir que el modelo no se ajusta” (Catena et al., 2003, p. 368).

2. El índice GFI, que indica el grado de ajuste conjunto, fue de .959 por arriba del nivel de aceptación de .90.

3. El índice AGFI fue de .864, dentro del rango de aceptación que es mayor o igual que .80.

4. El índice CFI fue de .955, por arriba del nivel de aceptación que es de .90.

5. El RMSEA fue de .119, fuera del rango aceptable de .00 a .08. Según MacCallum et al. (1996) un valor de RMSEA por encima de .10 se considera que tiene un ajuste pobre y un ajuste de .00 es un ajuste perfecto. Sin embargo, dado que este índice intenta corregir la tendencia del estadístico  $\chi^2$  con respecto a las características de la muestra y considerando que el RMSEA es la discrepancia por grado de libertad (Hair et al., 1999), la sensibilidad de este índice a las características de la muestra es similar al de la  $\chi^2$  por lo que se procedió a considerar también el índice NFI, que fue de .950, y el índice CFI, que fue de .955, este último diseñado para tomar en cuenta el tamaño de la muestra considerándose que valores, en ambos índices, por encima de .90 indican un aceptable ajuste a los datos (Raykov y Marcoulides, 2000).

Por su parte, Byrne (1994, 2001) menciona que una posible limitación de éste índice —RMSEA— es que ignora la complejidad del modelo. Dado que el RMSEA es la discrepancia por grado de libertad, un modelo que manifieste menos cantidad de parámetros o relaciones entre variables —modelos menos complejos— posiblemente manifestará un mejor ajuste en este índice RMSEA.

Se realizó la prueba de bondad de ajuste para el objetivo operativo 2 —(Fig.2)— cuyos resultados permitieron negar que existe bondad de ajuste entre el MCDA de Cantú Hinojosa (1998) como predictor del resultado del proyecto y el modelo obtenido a partir de la muestra de los estudiantes de arquitectura y de diseño industrial en el período escolar enero-julio 2004, pero según lo previsto en este estudio, se procedió a la modificación del modelo hipotetizado para el objetivo operativo 2.

La modificación del modelo hipotetizado para el objetivo operativo 2 consistió en la conjunción de las variables reflexión-verbalización (V3) y esquematización-abstracción (V4) y las variables desarrollo de alternativas (V5) y evaluación de alternativas (V6) respectivamente, aspectos que teóricamente son aceptables considerando que el modelo original MCDA tiene una estructura cuyos componentes manifiestan un proceso creativo.

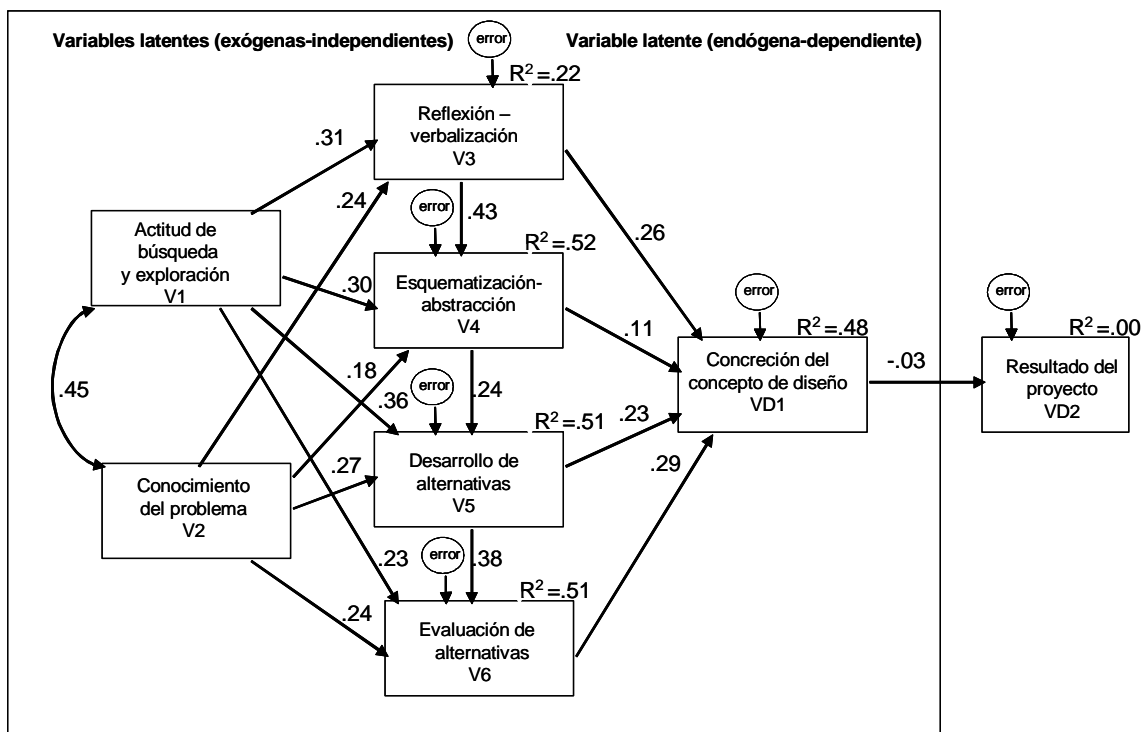


Figura 5. Parámetros estandarizados del modelo hipotetizado para el objetivo operativo 2.



Esta modificación conserva esa característica por las relaciones —flechas direccionales— establecidas, especialmente el de las variables que tienen como objetivo operacionalizar el pensamiento: la conjunción de (a) reflexión-verbalización (V3) y esquematización-abstracción (V4) y de (b) desarrollo de alternativas (V5) y evaluación de las alternativas (V6).

Después de la modificación que en general consistió en simplificar el modelo— (Fig.6)— se obtuvieron resultados aceptables de las medidas de calidad de ajuste, que permitieron afirmar que existe bondad de ajuste entre el MCDA de Cantú Hinojosa (1998) como predictor del resultado del proyecto y el modelo obtenido a partir de la muestra de los estudiantes de arquitectura y de diseño industrial en el período escolar de enero a julio de 2004.

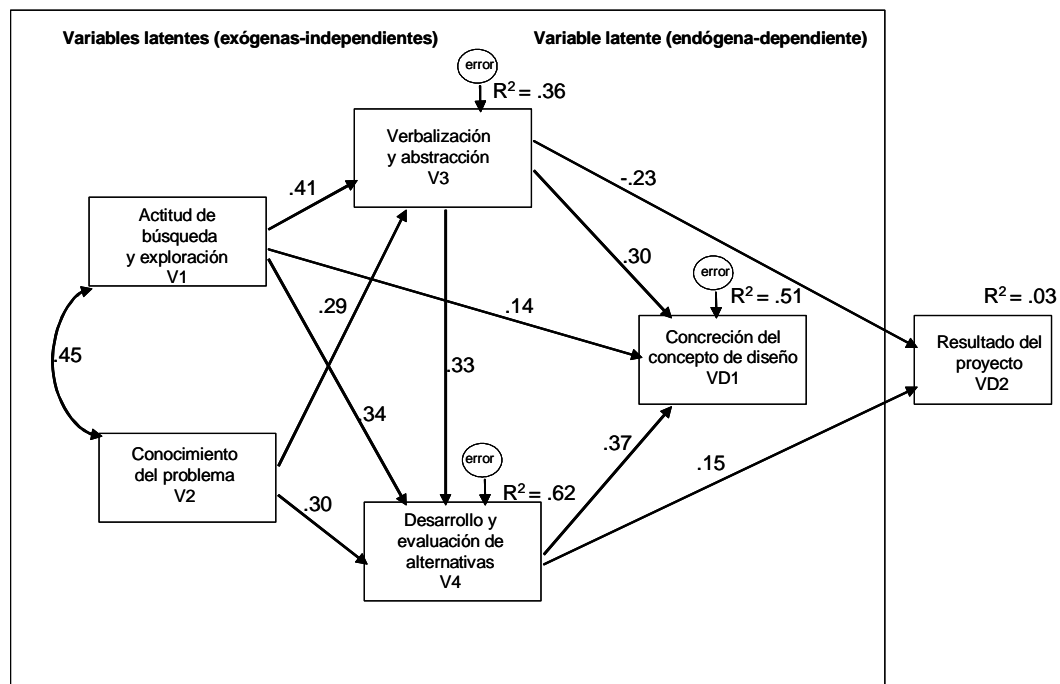


Figura 6. Parámetros estandarizados del modelo hipotetizado modificado para el objetivo operativo

En síntesis, el resultado obtenido para cada uno de los objetivos operativos es que se validó un modelo que cumple con los índices establecidos para las medidas de calidad de

ajuste y por lo tanto aceptable como el mejor modelo posible y que explica, en coherencia con la teoría, las variables latentes endógenas planteadas —las variables concreción del concepto (VD1) y resultado del proyecto (VD2)—.

A partir de estos resultados, se alcanzaron los objetivos planteados en cuanto a la validez de la estructura del modelo hipotetizado —las relaciones entre las variables— (objetivo operativo 1) y en cuanto a la validez de la utilidad del modelo —la utilidad del modelo en función de la concreción del concepto de diseño y de los resultados que se generan a partir de la utilización del modelo—, es decir, el impacto que el modelo tiene en el resultado del proyecto —(objetivo operativo 2).

### **Discusión**

En seguida se discuten los resultados obtenidos en la investigación.

Del conjunto de las variables observadas

La muestra con la que se realizó este estudio tiene la característica de ser heterogénea, dado que en ella hay estudiantes de arquitectura, de diseño industrial, de instituciones educativas privadas y públicas, de instituciones en el nivel nacional y local, de género masculino y femenino y de los semestres 8º, 9º, y 10º principalmente. Aun con la heterogeneidad que presenta la muestra, la distribución normal en cada una de las variables del estudio fue significativa, según la prueba de Kolmogorov-Smirnov Z .

Del conjunto de las variables observadas en la muestra se destaca que los valores mayores de la media alcanzada fue en la variable actitud de búsqueda y exploración (V1) seguida por la variable desarrollo de alternativas (V6) en todos los subgrupos (ver Tabla 3). Por el contrario, los valores más bajos de la media alcanzada se observaron mayormente en la reflexión-verbalización (V3) y en segundo lugar para la variable resultado de los proyectos (VD2). Esto indica que los estudiantes de arquitectura y diseño que participaron en el estudio tienen un

buen nivel de actitud de búsqueda y de exploración (V1), que se refleja en el desarrollo de alternativas (V6) que buscan producir cuando los estudiantes están diseñando. Estos valores son importantes en la formación profesional y especialmente en la disciplina del diseño como acto creativo. Por otra parte, los índices más bajos se observaron en la variable reflexión-verbalización (V3), lo que refleja en términos generales una carencia en el aspecto reflexivo y verbal. Dado que esta fase está apoyada en el razonamiento deductivo como parte de la lógica formal, en este proceso de expresar verbalmente, los pensamientos van adquiriendo su forma precisa, los pensamientos que están en proceso de elaboración se concretizan y se van definiendo al expresarse. Verbalizar es clarificar, afinar y definir (Rodríguez Estrada, 1997). El hecho de que los pensamientos se traduzcan en palabras los aclara, los perfecciona y los define. Este ejercicio de verbalizar ayuda a definir las intenciones y/o premisas de diseño y, finalmente, el concepto de diseño de cada proyecto.

Por otra parte, la variable resultado del proyecto (VD2) obtuvo valores casi tan bajos como la reflexión-verbalización (V3). Al respecto cabe señalar que una de las limitaciones al observar y medir esta variable fue la diversidad que se presentó en los valores que los evaluadores dictaminaron al evaluar el resultado de cada uno de los proyectos, ya que algunos no siguieron sistemáticamente la matriz de evaluación que se les proporcionó para realizar esta tarea. Al respecto subyace una diversidad de criterios de evaluación probablemente motivados por las distintas regiones que representaban—instituciones educativas distintas— o probablemente exista un desacuerdo o desconocimiento de los conceptos presentados en los indicadores propuestos en la matriz de evaluación o, probablemente, un cierto rechazo al hecho de sistematizar la evaluación del resultado de un proyecto, dado que es frecuente que algunos docentes evalúen y “enseñen” el diseño con criterios altamente subjetivos, considerando la idea de que el diseño es un “salto al vacío”, un acto creativo difícil de ser sistematizado, expli-

cado y observado y por lo tanto evaluado, presentándose este fenómeno en muchos de los casos y en diferentes instituciones de enseñanza de la arquitectura y el diseño en México.

#### De las variables observadas en los subgrupos

Seguidamente se discuten de manera general los resultados de los análisis descriptivos de las variables observadas en los subgrupos (ver Tabla 4).

Respecto de los subgrupos determinados por el alcance del evento—nacional o local— los estudiantes de la muestra nacional presentaron en todas las variables —excepto en la de resultado del proyecto (VD2)— valores significativamente más altos que los estudiantes de la muestra local —UANL—. Esto era de esperarse, ya que los estudiantes de los eventos nacionales de arquitectura y de diseño industrial eran considerados los mejores estudiantes de diseño en sus instituciones de procedencia. Cabe destacar el valor alcanzado en la variable concreción del concepto de diseño (VD1), que fue más alto en los estudiantes que participaron de los eventos nacionales. Este hallazgo permite inferir que los que son considerados mejores estudiantes de diseño consideran a la fase de conceptualizar como parte del proceso de diseño en mayor medida que el resto de la muestra.

Los subgrupos por carrera —arquitectura y diseño industrial— mostraron valores muy similares en las variables del estudio. Sin embargo, los estudiantes de arquitectura obtuvieron valores significativamente más altos en las medias en las variables conocimiento del problema (V2) y esquematización-abstracción (V4). Por el contrario, los estudiantes de diseño industrial obtuvieron valores significativamente más altos en las medias en las variables evaluación de las alternativas (V6), concreción del concepto de diseño (VD1) y resultado de los proyectos (VD2). En estas diferencias se puede observar que, mientras que los estudiantes de arquitectura obtienen valores mayores en fases iniciales del proceso de diseño, los estudiantes de diseño industrial obtienen valores mayores en las fases finales del proceso de diseño considerando las

fases del MCDA. Al respecto se puede inferir que los estudiantes de diseño industrial emplean más las fases del MCDA durante el proceso de diseño, es decir, profundizan más en cada una de los componentes del MCDA que se demuestra en la evidencia empírica. Esto podría atribuirse a que en esta disciplina, el proceso de diseño es utilizado deliberadamente, y se hace énfasis en los aspectos de verbalización y esquematización como base para el desarrollo de alternativas y la evaluación de éstas –fases finales del MCDA– contribuyendo al desarrollo y la concreción del concepto de diseño así como al resultado del proyecto.

En las demás variables no se observaron diferencias significativas en los valores de las medias, lo que permite afirmar la similitud en las características del aprendizaje del diseño entre las dos disciplinas.

Respecto de los subgrupos por institución —pública y privada—, se observa que los estudiantes de las instituciones privadas alcanzaron valores significativamente mayores en las medias de todas las variables, excepto en la de la variable resultado del proyecto (VD2). La mayor puntuación fue observada en la variable concreción del concepto de diseño (VD1) en los estudiantes de instituciones privadas. Ellos mismos alcanzaron un valor más alto que los pares de las instituciones públicas en las variables esquematización-abstracción (V4) actitud de búsqueda y exploración (V1). Este resultado parece señalar que en las instituciones privadas están dando mayor énfasis a la importancia y al beneficio de que los estudiantes fortalezcan su actitud y determinación hacia la búsqueda creativa durante el proceso de diseño y que estén dispuestos a emplear tiempo y esfuerzo en la búsqueda y la exploración de nuevas y mejores soluciones de diseño. Por otra parte, el desarrollo de la habilidad de esquematizar y abstraer se manifiesta íntimamente ligada a la concreción del concepto. Conceptualizar es visualizar de manera global el diseño del proyecto y la abstracción implica la manera de visualizar las situaciones orientándose a lo general, por lo que es el inicio de la etapa de la formación de

conceptos. En este sentido la esquematización y la abstracción son pasos previos para la concreción del concepto.

No se observaron diferencias significativas de puntuaciones en la variable conocimiento del problema (V2) entre las instituciones públicas y privadas, lo que permite deducir que la manera en que se abordan los problemas de diseño en relación con el conocimiento de todos los aspectos inherentes al proyecto es similar en las instituciones involucradas.

#### De los análisis de las correlaciones entre las variables

A continuación se discuten de manera general los resultados de los valores de las correlaciones entre las variables que presentaron los subgrupos.

Iniciando con el análisis de las correlaciones de la muestra total se observa que todas las variables mostraron correlación significativa, excepto la variable resultado de los proyectos (VD2), que no correlacionó con las variables V1, V2, V5 y V6, pero lo hizo, aunque de manera negativa, con las variables reflexión-verbalización (V3) —que fue la que alcanzó el valor más bajo de la media en la muestra total— y esquematización-abstracción (V4) que fue la segunda de valor menor. De acuerdo con el sustento teórico, ambas variables son interdependientes, es decir, verbalizar y esquematizar constituyen una unidad, pues se esquematiza lo que se verbaliza y se verbaliza lo que se representa en las imágenes mentales —representación— (Román Pérez y Díez López, 2000).

Respecto de las correlaciones que se presentaron entre las variables en los subgrupos se destaca lo siguiente:

En todos los análisis se observan correlaciones significativas entre todas las variables que representan el MCDA de Cantú Hinojosa, es decir, las variables V1, V2, V3, V4, V5, V6 y VD1. Probablemente este resultado obedezca a que estas variables fueron observadas en un mismo instrumento en donde cada estudiante contestó según su apreciación y señaló en qué

medida estaba presente cada variable —fases del modelo— en el desarrollo de sus proyectos arquitectónicos o de diseño industrial. Sin embargo, considerando que dicho instrumento fue revisado en la validez del contenido de cada uno de sus constructos y corroborado con los análisis factorial exploratorio —inicialmente— y confirmatorio —posteriormente— con atención a las cargas factoriales que aportaban cada una de las declaraciones a cada variable latente, así como con los índices de consistencia interna alpha, estos resultados respaldan la consistencia interna en la estructura interna del MCDA en cuanto a la relación entre los componentes —fases del modelo—.

Considerando la heterogeneidad de la muestra —que de todos modos mostró una distribución normal en los valores de las variables del estudio— se confirma el resultado teóricamente esperado de que las variables tendrían una correlación significativa con la variable concreción del concepto de diseño (VD1).

Por otra parte, al analizar el desempeño de la variable resultado del proyecto (VD2), se observa que no correlacionó con los valores de las variables observadas en los subgrupos de los estudiantes que participaron en los eventos nacionales, ni con los estudiantes que pertenecen a las escuelas públicas, excepto en los estudiantes de la muestra local —tanto de arquitectura como de diseño industrial de la UANL—, en donde las variables del MCDA correlacionaron con la variable resultado del proyecto (VD2). Esto podría atribuirse a que probablemente el grupo de evaluadores locales tienen criterios más unificados por pertenecer a una misma institución lo que también muestra la similitud en las características del aprendizaje del proceso de diseño entre las dos disciplinas. Como fue expresado al inicio de este estudio, una limitante que se presentó en la evaluación del resultado del proyecto (VD2) fueron las diferencias de criterios de evaluación que consideraron algunos evaluadores.

Llama la atención que la variable conocimiento del problema (V2) y la variable desarrollo de alternativas (V5) no correlacionaron en ninguno de los subgrupos con la variable resultado del proyecto (VD2), excepto en el subgrupo de los estudiantes que participaron en los eventos locales —UANL— de ambas carreras. Esta situación se puede explicar a partir de la independencia que representan ambas variables respecto del resultado del proyecto (VD2); es decir, un buen conocimiento del problema es fundamental para iniciar el acto de diseñar. Sin embargo si no se logra transferir este conocimiento mediante las fases que operativizan el pensamiento —fases posteriores—, no llega a ser un insumo para la acción creativa y posteriormente para el resultado del proyecto. Por otra parte, el estudiante de arquitectura y de diseño industrial puede llegar a desarrollar muchas y muy buenas alternativas; sin embargo, si éstas no son analizadas y evaluadas para rescatar de cada una lo mejor, este esfuerzo podría no orientarse a tomar la mejor decisión para la concreción del concepto de diseño, llegando a ser un esfuerzo que no se capitalice en función del resultado del proyecto.

De los resultados de las pruebas de bondad de ajuste

Los resultados hasta ahora analizados permiten tener una base para iniciar una discusión de aquellos que permitieron confirmar la validez del modelo mediante la aplicación de pruebas empíricas a los dos objetivos operativos de la investigación.

### **Objetivo operativo 1**

Mediante el objetivo operativo 1 se afirma que existe bondad de ajuste entre el MCDA de Cantú Hinojosa (1998) y el modelo obtenido a partir de la muestra de los estudiantes de arquitectura y de diseño industrial en el período escolar enero-julio de 2004. Fue probada la plausibilidad del modelo hipotetizado —MCDA—, es decir, se alcanzó el objetivo de validar su estructura interna, en donde se observa lo siguiente: los coeficientes de regresión que mos-



traron los valores mayores afirman la estructura interna de las fases del MCDA (ver Figura 3). En seguida se amplía esta afirmación.

La variable actitud de búsqueda y exploración (V1) es la que tiene un efecto mayor ( $r = .31$ ) sobre la variable reflexión-verbalización (V3). La variable reflexión-verbalización (V3) es la que tiene un efecto mayor ( $r = .43$ ) sobre la variable esquematización-abstracción (V4). En este sentido se justifica empíricamente —no sólo teóricamente como se había mencionado en el capítulo dos— la conjunción de éstas por el impacto que presenta la variable reflexión-verbalización (V3) sobre la variable esquematización-abstracción (V4) en la modificación del modelo hipotetizado para los objetivos operativos 1 y 2.

La variable actitud (V1) es la que tiene un efecto mayor ( $r = .43$ ) sobre la variable desarrollo de alternativas (V5). Este fenómeno confirma la importancia de contar con una adecuada y suficiente actitud hacia la búsqueda y exploración necesaria para desarrollar múltiples alternativas, característica especial del pensamiento divergente y por lo tanto del creativo. Por otra parte la variable desarrollo de alternativas (V5) es la que tiene un efecto mayor ( $r = .38$ ) sobre la variable evaluación de las alternativas (V6). Con esta última observación se justifica empíricamente —no sólo teóricamente como se había mencionado en el capítulo dos— la conjunción de estas variables por el impacto que presenta la (V5) sobre (V6) en la modificación del modelo hipotetizado para los objetivos operativos 1 y 2.

Por otra parte, las variables evaluación de las alternativas (V6) ( $r = .29$ ) y reflexión-verbalización (V3) ( $r = .26$ ) son las que mostraron mayor impacto sobre la variable concreción del concepto (VD1), hallazgo muy importante para afirmar la consistencia de la estructura del modelo, especialmente tomando en cuenta que la evaluación de las alternativas es un proceso que es consecuencia de los anteriores.

Considerando la justificación teórica y metodológica de la conjunción de las variables V3-V4 y V5-V6, la modificación realizada a los modelos hipotetizados de ambos objetivos operativos es aceptable, ya que permitió alcanzar medidas de calidad de ajuste conjunto con los índices que alcanzaron los parámetros establecidos.

Llama la atención el impacto que mostró la variable conocimiento del problema (V2) sobre las variables V3-V4 y V5-V6, que en ningún caso fue el mayor recibido por dichas variables, por lo que se puede inferir que el conocimiento del problema es importante, pero si se cuenta con éste y no se concretiza mediante las otras fases para operativizar el pensamiento y la creatividad, será un conocimiento que no logra su aplicación en el objeto de diseño, mismo que se manifiesta en la utilidad y funcionalidad del objeto de diseño. En la arquitectura y el diseño industrial, la utilidad del objeto de diseño tiene que ver con la función que éste tiene con respecto al usuario. Un objeto de diseño siempre tiene una utilidad, porque de otra manera estaría fuera de la disciplina, probablemente perteneciendo al género escultórico en donde su utilidad no es pragmática sino solo estética.

## **Objetivo operativo 2**

Mediante el objetivo operativo 2 se negó que exista bondad de ajuste entre el MCDA de Cantú Hinojosa (1998) como predictor del resultado del proyecto y el modelo obtenido a partir de la muestra de los estudiantes de arquitectura y de diseño industrial en el período escolar enero-julio de 2004. Inicialmente se negó que exista bondad de ajuste debido especialmente a que la variable concreción del concepto de diseño (VD1) en relación con la variable resultado de los proyectos (VD2) obtuvo un valor en el coeficiente de regresión  $r$  de  $-.03$ , que mostró no ser significativo. El coeficiente de determinación  $R^2$  fue de  $.00$ , lo que hace que la variable concreción del concepto de diseño (VD1) no pueda explicar la varianza de la variable resultado del proyecto (VD2).

Por esta razón se procedió a la modificación del modelo para el objetivo operativo 2, que mostró valores aceptables en todos los índices de las medidas de calidad de ajuste. Sin embargo, en esta modificación se optó por eliminar a la variable concreción del concepto de diseño (VD1), ya que no mostró ningún tipo de correlación con la variable resultado del proyecto (VD2) en el modelo hipotetizado del objetivo operativo 2. La variable resultado del proyecto (VD2) fue explicada en este modelo modificado a partir de las variables conjuntas verbalización y abstracción y desarrollo y evaluación de las alternativas, mostrando correlaciones significativas, la primera de tipo negativa y la segunda positiva, cuyos valores en los coeficientes de regresión  $r$  fueron de  $-.23$  y  $.15$  respectivamente.

### **Conclusiones**

A continuación se enuncian las conclusiones del estudio agrupadas (a) a partir de las inferencias desde el punto de vista teórico-conceptual y (b) a partir de los resultados y los hallazgos que surgen de las pruebas empíricas.

#### **Conclusiones desde el punto de vista teórico-conceptual**

1. El MCDA se presenta como una aportación de la aplicación del enfoque cognitivo en la enseñanza y el aprendizaje del diseño, manifestando una armonía con el enfoque de la educación que se centra en los procesos de aprendizaje y la construcción de conocimiento.
2. Las habilidades del pensamiento gráfico son útiles para realizar abstracciones esquemáticas. Se considera que representar ideas gráficamente es una herramienta útil para pensar y no sólo para ser utilizadas como técnicas de representación gráfica o de dibujo arquitectónico. Por esta razón, es pertinente considerar como parte del proceso de diseño el desarrollo de las habilidades de abstracción gráfica, apoyado en la fase previa de verbalización.
3. Apoyado en el enfoque cognitivo y constructivista del aprendizaje, la didáctica del diseño como proceso creativo se presenta como un proceso constructivo que lleva al aprendi-

zaje, para lo cual el profesor necesita poseer una formación integral y un entrenamiento que le permita ejercer un rol de facilitador y propiciador de un autodescubrimiento por parte del estudiante y por lo tanto de la acción creadora.

4. La creatividad se presenta como un elemento integrador en la educación del diseño, basado en el enfoque centrado en el proceso de aprendizaje y la construcción del conocimiento, concretamente en el enfoque cognitivo. Es integrador porque busca armonizar el desempeño de las capacidades emanadas de los dos hemisferios cerebrales. Por otra parte educar en la creatividad conlleva educar hacia un desarrollo de la motivación y la actitud hacia la búsqueda y la exploración de mejores soluciones a los problemas en general. Educar en la creatividad es educar fomentando la apertura hacia el cambio, colaborando en la formación de personas abiertas y capacitadas en la originalidad, flexibilidad, visión futura, iniciativa, confianza, personas preparadas para afrontar obstáculos y problemas que van enfrentando a lo largo de la vida.

#### Conclusiones desde los resultados y los hallazgos de las pruebas empíricas

5. El “salto al vacío” puede ser explicado a partir de la validación del MCDA de Cantú Hinojosa (1998), en cuanto al aspecto teórico-conceptual, a la estructura —relación entre las fases del modelo— y a la utilidad del modelo— de acuerdo con los resultados, producto de la utilización del modelo—.

6. Se espera que aquellos estudiantes o profesionales de la arquitectura y del diseño que realizan más esquematización–abstracción desarrollen alternativas y, especialmente aquellos que poseen suficiente actitud de búsqueda y exploración, tiendan a obtener valores altos en la variable concreción del concepto (VD1), es decir, conceptualicen mejor y tengan mayor posibilidad de obtener mejores resultados en los proyectos de diseño.

7. Por otra parte, también se espera que aquellos estudiantes o profesionales de la arquitectura y del diseño que realicen una reflexión y verbalización pobre muestren resultados deficientes o poco aceptables en la concreción del concepto y probablemente en los resultados del proyecto.

8. Dado que el concepto de diseño es el que orienta, organiza y dirige el proyecto arquitectónico hasta su realización final, se puede inferir que el concepto de diseño forma parte del proyecto. Definir o concretar el concepto de diseño tanto en la práctica profesional como didácticamente es empezar a definir el proyecto final. En este sentido el concepto de diseño adquiere una aplicación práctica; es decir, se confirma la utilidad de concretar el concepto de diseño, en este estudio mediante el MCDA de Cantú Hinojosa (1998).

9. En los aspectos metodológicos y didácticos del diseño, el MCDA es un modelo en el que se pueden identificar las fases y los impactos en la secuencia individual de cada uno de los componentes —variables—, además de aquellas que por su sustento teórico puedan estar integradas manifestando una unidad, como lo son las V3-V4 y V5-V6.

Después de describir los hallazgos obtenidos por este estudio se pueden inferir algunas implicaciones —metodológicas y didácticas— que tienen que ver con el proceso de enseñanza y aprendizaje de la arquitectura y el diseño y con el diseño curricular de los programas educativos de estas disciplinas.

### **Referencias**

- Aguirre Osete, Manuel. (1992). *El arquitecto: un enfoque para su formación*. Tesis doctoral, UNAM, México.
- Amestoy de Sánchez, M. (1984). Learning to think in Venezuela. En D. N. Aspy, C. Blalock y F. N. Rocbuck (Eds.), *The third century in American education* (pp. 20-26). Amherst, MA: Human Resource Development Press.
- Amestoy de Sánchez, M. (1992). Programa de desarrollo de habilidades del pensamiento (DHP). *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 5(2), 207-236.

- Arbuckle, James y Wothke, Werner. (2001). *Amos 4.0 User's guide*. Chicago: Smallwaters.
- Ausubel, David. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.
- Barlas, Yaman. (1996). Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamis Review*, 12(3), 183-210.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*. New York: Wiley.
- Browne, M. W. y Cudeck, R. (1989). Alternative ways of assessing model fit. En K. A. Bollen y J. S. Long (Eds.), *Testing structural equation model* (pp. 445-455). Los Angeles, CA: Sage.
- Bruner, Jerome, S. (1985). Models of the learner. *Educational Researcher*, 14(6), 5-8.
- Byrne, Barbara, M. (1994). Testing for de factorial validity, replication, and invariante of measuring instrument: A paradigmatic application based om the Maslach Burnout Inventory. *Multivariate Behavioral Research*, 29, 289-311.
- Byrne, Barbara, M. (2001). *Structural equation modeling with AMOS: basic concepts, applications and programming*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cantú Hinojosa, Irma L. (1998). *Una aportación metodológica para desarrollar la creatividad en el diseño*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- Catena, Andrés; Ramos, Manuel y Trujillo, Humberto. (2003). *Análisis multivariado: un manual para investigadores*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Comité Interinstitucional para la Evaluación de la Educación Superior en México. (1997). *La educación de la arquitectura en México*. México: Comité de Arquitectura Diseño y Urbanismo.
- Delors, Jacques (Comp.). (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana-UNESCO.
- Echenique, M. (1963). *Models: A discussion*. Cambridge, UK: University of Cambridge.
- Ferrán Aranaz, Magdalena. (2001). *SPSS para Windows: análisis estadístico*. Madrid: Mc Graw-Hill.
- Feurestein, R.; Rand, Y. y Hoffman, M. D. (1980). *Instrument enrichment: An intervention program for the cognitive modifiability*. Baltimore: University Press.
- Gardner, Howard. (1995). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Gutiérrez, Ofelia. (2003). *Enfoques y modelos educativos centrados en el aprendizaje*. Recuperado el 20 de mayo de 2004, de <http://www.sesic.sep.gob.mx/intranex/ayei/eymecal.pdf>
- Hair, Joseph; Anderson, Rolph; Tatham, Ronald y Black, William. (1999). *Análisis multivariante*. Madrid: Prentice Hall.

- Jones, C. y Broadbent, G. (1968). *El simposio Portsmouth: problemas de la metodología del diseño arquitectónico*. Buenos Aires: EUDEBA.
- Lawrence, Attila. (2000). Changing architectural practice paradigms and their implications for professional education. *Journal of Architectural and Planning Research*, 17(3), 196-205.
- Letelier, Sofía. (1984). *Metodología operativa del diseño*. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad del Hábitat.
- Lipman, Matthew. (1998). *Pensamiento complejo y educación*. Madrid: De la Torre.
- Mabardi, Jean F. (2002). The analogical phases of architectural design In studio teaching. *Research in Design Education*, 1, 93-102.
- MacCallum, R.C.; Browne, M.W. y Sugara, H.M. (1996). Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological Methods*, 1, 130-149.
- Martínez Beltrán, José M. (1976). *Pedagogía de la creatividad: la creatica como problema educativo*. Madrid: Bruño.
- Miller, Sam F. (1995). *Design process*. New York: John Wiley..
- Polit, Denise y Hungler, Bernardette. (2000). *Investigación científica en ciencias de la salud* (6ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Raykov, Tenko y Marcoulides, George. (2000). *A first course in structural equation modeling*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Rodríguez Estrada, Mauro. (1997). *El pensamiento creativo integral*. México: McGraw-Hill.
- Rodríguez Morales, Luis. (1989). *Para una teoría del diseño*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco-Tilde.
- Román, P. Martiniano y Diéz L. Eloisa. (2000). *Aprendizaje y currículum*. Buenos Aires: Novedades educativas.
- Rovalo López de Linares Fernando; Monterrubio Aguilar, Ana María; Velásquez Morales, Leticia; Orth Carlos, Rossana y Canales Goerne, Adriana. (1994). De la creatividad objetiva. *Teoría del diseño II*, 5, 335-365. México: Universidad Iberoamericana..
- Sternberg, Robert. (1992). *Inteligencia humana, III: Sociedad, cultura e inteligencia*. Barcelona: Paidós.
- Turati Villarán, Antonio. (1993). *La didáctica aplicada al diseño arquitectónico*. México: UNAM.
- Vigotsky, Lev S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- White, Elena de. (1964). *La educación*. Buenos Aires: ACES.