

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

Irma Laura Cantú Hinojosa  
Universidad Autónoma de Nuevo León, México

### RESUMEN

*El objetivo general de este estudio fue la validación del modelo para la conceptualización del diseño arquitectónico (MCDA) de Cantú Hinojosa (1998). El MCDA fue desarrollado con la intención de eliminar algunas carencias que se han presentando 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 siguen los estudiantes de arquitectura y diseño industrial para la realización de sus proyectos. Se realizó una investigación descriptiva y explicativa con 515 estudiantes de arquitectura y de diseño industrial, de instituciones públicas y privadas, que participaron en eventos académicos nacionales y locales. Mediante modelos de ecuaciones estructurales (SEM), con el método de máxima verosimilitud, se pudo determinar 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. 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.*

### Introducción

El trabajo se enmarca dentro de la validación de modelos. Los modelos tienen propósitos muy diversos, que van

---

Irma Laura Cantú Hinojosa, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.

La correspondencia concerniente a este artículo puede ser enviada a Irma Cantú, Loma Bonita 212, Col. Loma Larga, Monterrey, Nuevo León, México 64710. Correo electrónico: irmacantu@intercable.net

desde la intención de obtener una solución hasta el propósito de profundizar y ampliar el conocimiento de las causas que originan o explican una situación o problema específico. Esta investigación buscó validar el modelo para la conceptualización del diseño arquitectónico (MCDA) de Cantú Hinojosa (1998). El modelo fue desarrollado con la intención de eliminar algunas carencias que se han venido presentando en los aspectos metodológicos y didácticos de la enseñanza y el aprendizaje del diseño

arquitectónico, especialmente en la parte operativa didáctico-metodológica manifestada en el proceso de diseño que siguen los estudiantes de arquitectura y diseño para la realización de sus proyectos. El MCDA está fundamentado conceptualmente en el enfoque de la educación centrada en el aprendizaje, particularmente en el enfoque cognitivo y constructivista del aprendizaje y de la construcción de conocimiento. En la fundamentación teórica del MCDA se entrelazan las posiciones teóricas y los hallazgos encontrados en estudios empíricos que fortalecen las fases del MCDA, variables en este estudio.

Por otra parte, la expresión “salto al vacío” en las últimas décadas se ha referido al momento en que el arquitecto y diseñador inicia el proceso de diseño para encaminarse a la resolución de un proyecto. Desde la metodología del diseño, el salto al vacío ha sido el refugio de muchos que no han podido ofrecer una explicación de cómo sucede el acto de diseñar como acto creativo, al que se refieren como algo mágico, intuitivo y poco sistematizable. Esta investigación buscó ofrecer una primera explicación de lo que sucede en ese aparente vacío y conocer qué elementos cognitivos, afectivos y procedimentales intervienen durante el proceso de diseño que permiten concretar las ideas y materializarlas en un proyecto edificable. Es precisamente en esto 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.

En el presente trabajo se realizó la validación del MCDA de Cantú Hinojosa (1998), siendo una aportación que pretende responder a éstas y otras carencias que han venido presentando los modelos de métodos y proceso de diseño,

especialmente en los aspectos metodológicos y didácticos.

Como parte del planteamiento de esta investigación se declaró el problema mediante las preguntas en las que se enfocó esta investigación. Estas preguntas buscan explicar la forma en que las fases del MCDA —la actitud de búsqueda y exploración, el conocimiento del tema que se va a diseñar, la verbalización como fase reflexiva, la esquematización como fase de abstracción, el desarrollo de alternativas de solución como fase para operacionalizar la búsqueda creativa y la evaluación de dichas alternativas— son variables que explican e inciden en la concreción del concepto de diseño y a su vez cómo éste determina y prefigura el resultado de los proyectos realizados por los estudiantes de arquitectura y de diseño que participaron en eventos nacionales y locales en el año 2004.

Con la intención de hacer la transferencia del enfoque cognitivo a la enseñanza y el aprendizaje del diseño arquitectónico, se propone la inclusión de la fase de la conceptualización del diseño arquitectónico durante el proceso de diseño, como una herramienta concreta en la operatividad del modelo didáctico. Desde el punto de vista didáctico, la fase de conceptualización se concretiza mediante el MCDA.

#### *Propósito del estudio*

El propósito de este estudio fue realizar la validación del MCDA, probando su plausibilidad con base en datos empíricos correspondientes a cada una de las variables del modelo teórico. Dicho de otra manera, el estudio se propuso observar si cada una de las fases del MCDA explica el desarrollo del concepto de diseño e incide en el proyecto

arquitectónico.

Por lo anterior, se propone como objetivo general de este estudio la validación del MCDA y los siguientes objetivos específicos de investigación: (a) afirmar el sustento y la fundamentación teórico-conceptual del MCDA y (b) confirmar la validez del modelo mediante la aplicación de pruebas empíricas a los dos objetivos operativos que se consignan a continuación:

1. Como objetivo operativo 1 el estudio se propuso confirmar la validez de la estructura del modelo —del comportamiento de las fases y las relaciones entre éstas— mediante la valoración de la bondad de ajuste con los parámetros establecidos para las medidas de calidad de ajuste tales como (a) el ratio de verosimilitud de la  $\chi^2$ , (b) el GFI, que indica el grado de ajuste conjunto —la semejanza entre ambas matrices—, (c) el AGFI, (d) el CFI y (e) el RMSEA, entre las más relevantes.

2. Como objetivo operativo 2, el estudio se propuso confirmar la validez de 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— mediante la valoración de la bondad de ajuste con los parámetros establecidos para las medidas de calidad de ajuste mencionados.

#### Método

Se realizó una investigación empírica, cuantitativa, descriptiva, explicativa, correlacional de dependencia y multivariante.

Dado que el propósito del estudio fue la validación del MCDA de Cantú Hinojosa (1998), se utilizó la técnica estadística de los modelos de ecuaciones estructurales (SEM), en donde el

MCDA es considerado el modelo hipotetizado.

Se aplicó 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 con uno empírico en términos de 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, Anderson, Tatham y Black, 1999).

#### Población y muestra

La población estuvo conformada 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).

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 y en el Encuentro Nacional de Estudiantes de Diseño Industrial (ENEDI) 2004. 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). Esta institución está afiliada a la ASINEA y a la AMEDI.

La unidad de observación fue el estudiante de arquitectura y de diseño industrial.

En total, la muestra quedó compuesta por 515 sujetos, de los cuales el 76.5% son estudiantes de arquitectura y el 23.5% de diseño industrial; el 24.5% son estudiantes que participaron en los eventos nacionales y el 75.5% en eventos locales.

#### *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. 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.

#### *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 máxi-

mos 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 indican los SEM.

#### Resultados

Respecto de los valores de la media alcanzada por las variables en la muestra total ( $N = 515$ ), se observa en la Tabla 1 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 2.

Asimismo se realizaron las pruebas estadísticas para cada una de los objetivos operativos. Los resultados permitieron

VALIDACIÓN DE UN MODELO PARA LA CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO

Tabla 1

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

Variable	Mínimos	Máximos	Media	Desviación estándar
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
Esquemización-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

Tabla 2

Valores de la media alcanzada por cada variable según los subgrupos del estudio

Variable	Evento		Carrera			Institución		Género	
	Nacional	Local	Arquit.	Dis. Ind.	Pública	Privada	Fem.	Masc.	
V1	88.06	81.58	83.16	83.18	82.57	91.14	81.22	84.66	
V2	77.75	73.80	75.87	71.17	74.48	78.54	75.22	74.42	
V3	73.94	59.07	62.24	64.24	61.48	79.03	60.46	64.44	
V4	84.12	69.46	73.87	70.37	71.88	88.47	70.06	75.34	
V5	80.82	76.61	77.11	79.36	77.21	83.33	77.42	75.13	
V6	80.28	72.08	73.14	77.18	73.34	84.02	72.73	75.13	
VD1	84.29	72.97	74.94	78.32	75.05	84.86	73.62	77.37	
VD2	55.83	69.13	64.26	71.12	66.48	57.81	68.47	63.88	

afirmar que existe bondad de ajuste entre el MCDA 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—. Sin embargo, 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 (ver Figura 1).

Asimismo se realizó la prueba de bondad de ajuste para el objetivo opera-

tivo 2 (ver Figura 2), cuyos resultados permitieron negar que existe bondad de ajuste entre el MCDA 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, por lo que, 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

CANTÚ HINOJOSA

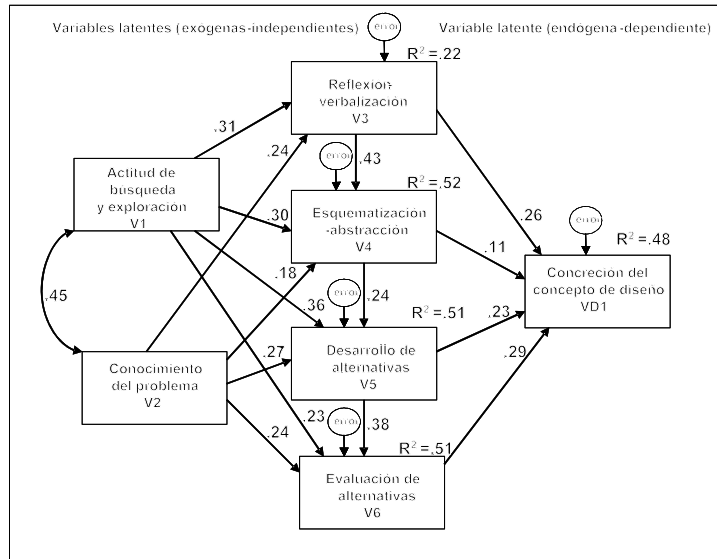


Figura 1. Parámetros estandarizados del modelo hipotetizado para el objetivo operativo 1.

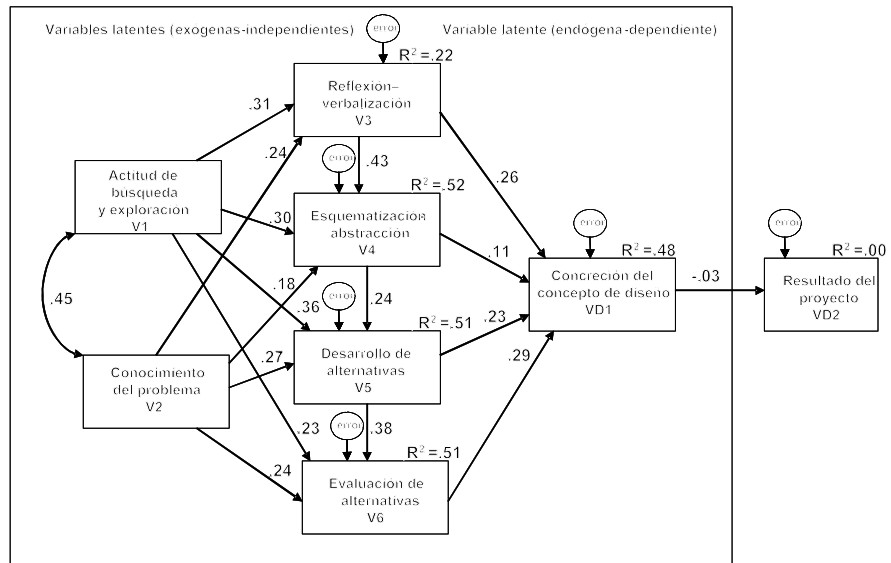


Figura 2. Parámetros estandarizados del modelo hipotetizado para el objetivo operativo 2.

VALIDACIÓN DE UN MODELO PARA LA CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO

esquematación-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.

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 (a) de reflexión-verbalización (V3) y esquematización-abstracción (V4) y (b) de desarrollo de alternativas (V5) y evaluación de las alternativas (V6).

Después de la modificación, que en general consistió en simplificar el mode-

lo (ver Figura 3), se obtuvieron resultados aceptables de las medidas de calidad de ajuste, que permitieron afirmar que existe bondad de ajuste entre el MCDA 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.

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

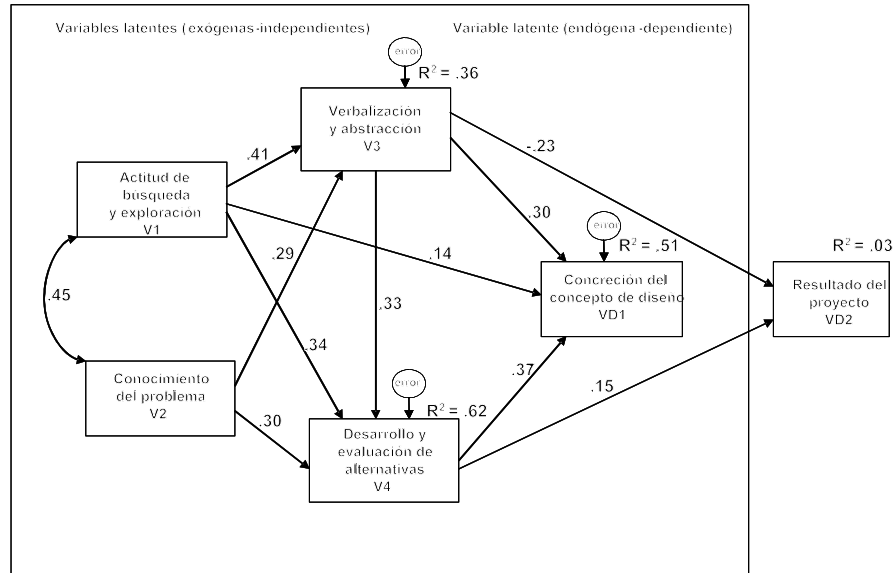


Figura 3. Parámetros estandarizados del modelo hipotetizado modificado para el objetivo operativo 2.

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

##### *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 Koolmogorov-Smirnov Z.

En el conjunto de las variables observadas en la muestra se destaca que los valores mayores de la media alcanzada se observaron en la variable actitud de búsqueda y exploración (V1), seguidos por los de la variable desarrollo de alternativas (V6) en todos los subgrupos (ver Tabla 2). Por el contrario, los valores más bajos de la media alcanzada se observaron mayormente en la reflexión-verbalización (V3) y en segundo lugar en 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. Es decir, 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 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 asignaron 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. 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. También pudo haber existido 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, explicado 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 2).

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), más alto en los estudiantes que participaron en los eventos nacionales. Este hallazgo permite inferir que quienes son categorizados como los mejores estudiantes de diseño considerarán a la fase de conceptualización 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 de 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 las 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 sus pares de las instituciones públicas en las variables esquematización-abstracción (V4) y 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 con orientación hacia 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 se 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 Diéz 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, 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 alfa. 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 presentó 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 se 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 se correlacionaron con la variable resultado del proyecto (VD2). Esto podría atribuirse a que probablemente el grupo de evaluadores locales tiene 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 previamente, 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 se 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 capitaliza 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 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 mostraron los valores mayores afirman la estructura interna de las fases del MCDA. 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— 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 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— la conjunción de estas variables por el impacto que

presenta la V5 sobre la 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 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 sólo estética.

#### *Objetivo operativo 2*

Mediante el objetivo operativo 2 se

negó que exista bondad de ajuste entre el MCDA 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 utilizada como técnica 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. Apoyada en el enfoque cognitivo y constructivista del aprendizaje, la didáctica del diseño como proceso creativo se presenta como un proceso constructivo que lleva al aprendizaje, 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 otro lado, educar en la creatividad conlleva a 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 y confianza; personas preparadas para enfrentar los obstáculos y problemas que se presentan a lo largo de la vida.

*Conclusiones desde los hallazgos de las pruebas empíricas*

5. El salto al vacío puede ser explicado a partir de la validación del MCDA, 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 los estudiantes o profesionales de la arquitectura y del diseño que realizan más esquematización—abstracción desarrollen alternativas y, especialmente aquellos que poseen una actitud adecuada 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 mediante el MCDA.

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 muestran las variables V3-V4 y V5-V6.

Referencias

- Arbuckle, J. y Wothke, W. (2001). *Amos 4.0 User's guide*. Chicago: Smallwaters.
- Byrne, B. M. (2001). *Structural equation modeling with AMOS: basic concepts, applications and programming*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cantú Hinojosa, I. L. (1998). *Una aportación metodológica para desarrollar la creatividad en el diseño*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- Ferrán Aranaz, M. (2001). *SPSS para Windows: análisis estadístico*. Madrid: McGraw-Hill.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. y Black, W. (1999). *Análisis multivariante*. Madrid: Prentice Hall.
- Polit, D. y Hungler, B. (2000). *Investigación científica en ciencias de la salud* (6ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Rodríguez Estrada, M. (1997). *El pensamiento creativo integral*. México: McGraw-Hill.
- Román, P. M. y Díez López, E. (2000). *Aprendizaje y currículum*. Buenos Aires: Novedades Educativas.

Recibido: 25 de abril de 2005

Revisado: 26 de mayo de 2005

Aceptado: 27 de junio de 2005