



REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa

E-ISSN: 1607-4041

redie@uabc.edu.mx

Universidad Autónoma de Baja California  
México

Serrano, José Manuel; Moreno Olivos, Tiburcio; Pons Parra, Rosa María; Lara Villanueva, Rosamary  
Selene

Evaluación de programas de formación de profesores en métodos de aprendizaje cooperativo, basada  
en análisis de ecuaciones estructurales

REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa, vol. 10, núm. 2, 2008, pp. 1-30

Universidad Autónoma de Baja California  
Ensenada, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15511134003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Para citar este artículo, le recomendamos el siguiente formato:

Serrano, J. M., Moreno T., Pons, R. M. y Lara, R. S. (2008). Evaluación de programas de formación de profesores en métodos de aprendizaje cooperativo, basada en análisis de ecuaciones estructurales. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10 (2). Consultado el día de mes de año en: <http://redie.uabc.mx/vol10no2/contenido-serranomoreno.html>

---

## Revista Electrónica de Investigación Educativa

Vol. 10, No. 2, 2008

### **Evaluación de programas de formación de profesores en métodos de aprendizaje cooperativo, basada en análisis de ecuaciones estructurales**

### **Assessment of Teacher Training Programs in Cooperative Learning Methods, Based on Analysis of Structural Equations**

José Manuel Serrano (1)  
[serrano@um.es](mailto:serrano@um.es)

Tiburcio Moreno Olivos (2)  
[tiburcio34@hotmail.com](mailto:tiburcio34@hotmail.com)

Rosa María Pons Parra (1)  
[rmpons@um.es](mailto:rmpons@um.es)

Rosamary Selene Lara Villanueva (2)  
[rselenelara@hotmail.com](mailto:rselenelara@hotmail.com)

1 Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación  
Universidad de Murcia

Campus Universitario de Espinardo s/n, C. P. 30071  
Murcia, España

2 Área Académica de Ciencias de la Educación  
Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Carretera Pachuca-Actopan, Km. 4, C. P. 42160  
Pachuca, Hidalgo, México

(Recibido: 25 de agosto de 2007; aceptado para su publicación: 2 de mayo de 2008)

## Resumen

El presente estudio se centra en el diseño de la evaluación de programas de formación del profesorado. Los autores postulan la importancia de la evaluación segmentada de este tipo de programas y su desarrollo mediante modelos de ecuaciones estructurales. En concreto se postulan cuatro variables exógenas, que coinciden con los cuatro segmentos de un programa, y una variable endógena, que hace referencia a los resultados, expresados éstos en términos de adecuación, productividad, eficacia, eficiencia y efectividad. El modelo causal correspondiente se desarrolla en su totalidad, tanto en su aspecto estructural, como en la de medida.

*Palabras clave:* Aprendizaje cooperativo, modelos causales, modelos de ecuaciones estructurales, formación de profesores, evaluación de programas.

## Abstract

The present study is focused on the design of the assessment of programs for teacher training. The authors emphasize the relevance of the assessment of this kind of programs and its development by models of structural equations. There are specifically postulated four exogenous variables, which coincide with four segments of a program, and an endogenous variable, which refers to the results, expressed these in terms of adequacy, productivity, efficacy, efficiency, and effectiveness. Both the structural and the measurement aspects are totally developed in the corresponding causal model.

*Key words:* Cooperative learning, causal models, structural equations models, teacher education, curriculum evaluation.

Los juicios diferentes sirven para declarar que en algún lugar yace la verdad; dónde, no lo sabemos (William Cowper)

## **Introducción: El aprendizaje cooperativo**

Los métodos de aprendizaje cooperativo son estrategias sistemáticas de instrucción que pueden utilizarse en cualquier curso o nivel académico y aplicarse en la mayoría de las asignaturas de los currículos escolares. Todos ellos presentan dos características comunes. Por un lado, permiten dividir la clase en pequeños grupos heterogéneos, representativos de la población total del aula. Por otro, intentan llevar a los miembros de estos grupos a mantener una interdependencia positiva mediante la aplicación de principios de recompensa grupal y una determinada estructuración de la tarea que resulta imprescindible realizar para alcanzar los objetivos propuestos, los cuáles se suelen formular desde dos vertientes: individual y grupal (Serrano y González-Herrero, 1996).

Aunque la organización cooperativa del aula tiene un largo pasado (Serrano, Pons y Ruiz, 2007), no es hasta entrada la segunda mitad del siglo pasado cuando estas estrategias instruccionales empiezan a cobrar carta de naturaleza. Lo hacen con tal profusión que, en el momento actual, estamos ante una producción científica sobre la implementación del aprendizaje cooperativo que ha generado cerca de un cuarto de millón de páginas de literatura impresa y más de una decena de millar de investigaciones. Ello ha dado origen a la elaboración de numerosos meta-análisis que intentan poner algo de orden en esta catarata de resultados.

Partiendo de los resultados obtenidos en la primera generación de estudios en los que el tema central consistía, en comparar el rendimiento de los alumnos en las tres situaciones posibles de organización del aula (cooperación, competición e individualización) se puede concluir que si el papel del profesor es esencial en cualquier de las tres formas, en los métodos de aprendizaje cooperativo se presenta como el elemento básico para el logro socio-académico de los alumnos. En efecto, aunque los métodos de aprendizaje cooperativo se pueden insertar en el seno de cualquier paradigma y en el ámbito de cualquier enfoque instruccional, no es menos cierto que es en el paradigma cognitivo (en su vertiente constructivista) y en el seno del enfoque de la instrucción situada (al menos desde la perspectiva del rol del profesor), donde mejor se ubica este tipo de metodología (Serrano y Pons, 2006).

Por un lado, es en la opción constructivista del paradigma cognitivo donde más se resaltan los fines educativos que se dirigen al desarrollo de actividades de aprendizaje (aprender a aprender) y de pensamiento (aprender a pensar) y, por ello, es necesario que el profesor relacione los contenidos con las experiencias y los conocimientos cotidianos de los alumnos, suscite disequilibrios cognitivos y desarrolle el papel de orientador. En esta opción cognitiva se considera al alumno más que *receptor* (informacionismo) o *actor* (conductismo), *co-autor* de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por otro lado en el enfoque instruccional denominado *instrucción situada* (Jones, 1992), la actividad del profesor es +-

suministrar a los alumnos múltiples bases de conocimiento y oportunidades de aprendizaje, planteando una organización de los recursos humanos y materiales de manera que vayan encaminados a proporcionar perspectivas diferentes de un mismo tema; para ayudar a los alumnos a aprender (tanto contenidos, como estrategias), modelando su pensamiento y los procesos de aprendizaje y activando sus conocimientos previos y sus habilidades.

Si tenemos en cuenta que en el paradigma constructivista la unidad de análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje es el *triángulo interactivo* y que, en la modificación efectuada por algunos de nosotros (Serrano y Pons, 2008), el profesor es el centro de gravedad (baricentro) de este triángulo, fácilmente se deduce que los logros sociales y académicos que se pueden alcanzar mediante una organización cooperativa del aula van a depender, en gran parte, de una formación adecuada de este profesional educativo. En la mayor parte de los países la formación inicial del profesorado no incluye en sus currículos una formación específica en este tipo de metodologías, por lo que parece evidente que habremos de recurrir a la formación permanente para suplir las lagunas creadas en la formación inicial.

## **I. La formación de profesores en métodos de aprendizaje cooperativo**

La formación de profesores en métodos de aprendizaje cooperativo se ha convertido, en un elemento más del trabajo subyacente a este tópico de investigación que, desde la década de los setenta ha dado lugar a varios centenares de publicaciones, tanto en aspectos generales de formación (Dettori, Gianneti y Persico, 2006), como en áreas específicas del currículo (Golightly, Nieuwoudt y Richter, 2006; Leikin, 2004). A pesar de que cada uno de estos métodos representa una solución única al problema de cómo organizar las actividades docentes en el aula, debido a la relativa novedad del tema, se requiere que los métodos se organicen de acuerdo con un a un formato que posibilite su análisis (fines investigadores) y adaptación a una situación específica de enseñanza y aprendizaje (fines instruccionales) como al estilo de enseñanza del profesor, a aulas con alumnos de integración con necesidades educativas especiales, a entornos educativos con minorías étnicas integradas, etcétera. En este sentido, podemos decir que un formato debería reunir los siguientes requisitos (Serrano y Calvo, 1994):

- a) No sólo debe ser una guía para la selección de un método apropiado, sino que también debe ayudar al planificador de la instrucción a hacer descripciones adecuadas de métodos ya seleccionados que puedan hacer frente a objetivos instruccionales determinados, en ocasiones especialmente requeridas.
- b) Debe abarcar una amplia variedad de actividades en pequeño grupo y debe ser lo suficientemente flexible como para permitir la adaptación o creación

de actividades adaptadas a las necesidades y características idiosincráticas de cada aula.

- c) Debe ser útil para el desarrollo de materiales de enseñanza y una guía del trabajo grupal, del material que deben considerar los grupos y de los instrumentos de evaluación.
- d) Debe incluir categorías descriptivas que permitan establecer diferencias entre los distintos métodos, y centrarse en aquellos rasgos de las actividades en pequeño grupo que se hayan probado a través de investigaciones significativas, directamente relacionados con el aprendizaje de los alumnos y la productividad del grupo.

Esta necesidad de establecer un sistema de categorías condujo a Kagan (1985) a efectuar un análisis de los métodos de aprendizaje cooperativo más aplicados y estudiados. Así identificó 25 dimensiones que agrupó en seis categorías:

- 1) Filosofía de la educación.
- 2) Naturaleza del aprendizaje.
- 3) Naturaleza de la cooperación.
- 4) Rol que desempeñan los alumnos y tipos de comunicación.
- 5) Rol que desempeña el profesor.
- 6) Evaluación.

A partir de la identificación de estas categorías, casi todos los programas de formación se empiezan a desarrollar bajo la presunción de que un amplio dominio de estas categorías por parte del profesorado posibilita la correcta aplicación de la metodología cooperativa en el aula. En este sentido, los objetivos generales de un proceso de formación del profesorado en métodos de aprendizaje cooperativo se determinan por tres elementos básicos del enfoque constructivista:

- a) La actividad constructiva del alumno, que da entrada a un conjunto de procesos (como las explicaciones piagetianas sobre la construcción de los conocimientos mediante procesos de equilibración mayorante o la hipótesis del conflicto sociocognitivo de la Escuela de Ginebra) que se consideran en la actualidad como elementos clave para la comprensión de los procesos interactivos que se establecen entre el profesor, el alumno y los contenidos educativos.
- b) Los procesos de andamiaje que -introducidos por Bruner y basados, por un lado, en ley vygotskiana de la doble formación de los procesos psicológicos superiores y, por otro, y como consecuencia muy directa de ella, en la consideración de la educación como fuerza creadora e impulsora del desarrollo- hacen referencia a la necesidad de "ajuste" de la actuación del profesor a las dificultades que los alumnos encuentran durante la resolución

de las tareas educativas, con el fin de que en el proceso interactivo se posibilite la creación de "zonas de desarrollo próximo" que permitan una interiorización coherente de las nociones.

- c) Los contextos sociolingüísticos que –basados en los trabajos sobre etnografía de la comunicación, la etnometodología aplicada a la educación, el análisis del discurso educacional y el análisis de la comunicación en el aula– permiten responder no sólo a la cuestión de cómo se aprende el lenguaje, sino también a la de cómo se aprende a través del uso del lenguaje, es decir, se trata de saber cómo funciona el lenguaje en las interacciones entre el profesor y el alumno y entre los iguales.

Sin embargo, nuestra experiencia en formación de profesores en métodos de aprendizaje cooperativo (Calvo, Serrano, González-Herrero y Ato, 1996) nos permite afirmar que la categoría más deficitaria es la referida al rol del profesor. En la actuación específica del profesor a lo largo del desarrollo de un método de aprendizaje cooperativo se puede encontrar una amplia gama de conductas que van a depender del papel del grupo cooperativo y, por tanto, será diferente para cada uno de los métodos. En este tipo de metodología los estudiantes adoptan roles que tradicionalmente se encontraban reservados al profesor; por tanto, los maestros que utilizan el Aprendizaje Cooperativo también deberán adoptar nuevos roles. En algunos métodos, el profesor está disponible para trabajar individualmente con los estudiantes, o con los grupos, mientras el resto de la clase mantiene relaciones de tutoría. En los métodos en los que existen "grupos de expertos" o "grupos de aprendizaje" el profesor dispone de tiempo para que estos grupos le hagan consultas y, de esta manera, facilitarles el dominio del material. En los métodos en los que los estudiantes asumen la responsabilidad de qué y cómo van a realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, el profesor se encuentra todavía "más liberado" y, normalmente, habla con los grupos, sugiere ideas y posibilidades de estudio, asegurando una división equitativa y racional del trabajo en el seno de los grupos.

Todas estas actividades se deben realizar en el seno del marco tridimensional arriba mencionado: respetando y aprovechando la actividad constructiva del alumno, garantizando los procesos de andamiaje, y conociendo y permitiendo conocer las reglas educacionales básicas en el habla del aula, con el fin de intervenir y poder organizar las actividades; al tiempo que se posibilita y favorece el proceso de negociación de significados en tomo a lo que se hace y a lo que se dice. Pero se debe tener siempre presente que los contextos de interacción son contruidos por las propias personas que participan en el acto educativo y los intercambios comunicativos no se pueden producir bajo el principio de "todo o nada", es decir, bajo la dicotomía del respeto absoluto a las reglas o no se producen. La realidad del aula es mucho más compleja y sería un error contemplar la interacción entre el profesor y los alumnos como la "escenificación" de un guión con un reparto de roles establecido de antemano.

Este cambio de roles adaptado a un nuevo sistema de reglas hace necesaria la formación del profesorado en métodos de aprendizaje cooperativo. Por otra parte, los propios educadores demandan esta formación porque a pesar del valor intrínseco y extrínseco que ellos mismos otorgan a estas técnicas, no parecen estar bien informados y, menos aún, bien preparados para aplicarlos con la efectividad requerida. En este sentido, han aparecido propuestas que emanan del propio profesorado, en las que se especifica la necesidad de tener en cuenta que en los programas de formación inicial o permanente, se deben abordar al menos dos cuestiones.

En primer lugar, y en relación con la formación permanente, se deben trabajar los tres tipos de estructuración del aula, dando al mismo tiempo información sobre cuál de estos tipos es el más deseable en determinadas circunstancias. Igualmente, se debe hacer hincapié en la estructura de recompensa cooperativa y dejar muy clarificadas las tres cuestiones siguientes: ¿cómo agrupar a los alumnos?, ¿cómo crear en ellos la interdependencia positiva? y, finalmente, ¿cuál debe ser la función y el comportamiento del profesor?

En segundo lugar, y en relación con la formación inicial, la cooperación debe modelarse en las clases de los futuros profesores, lo que puede realizarse sin problemas, puesto que se trata de una forma de aprendizaje tan potente con jóvenes como con adultos. El modelado de la cooperación no sólo va a ofrecer al futuro profesor un conocimiento más profundo del uso de estas estrategias, sino que le va a ayudar a aplicarlas a su trabajo junto a sus compañeros de plantilla. Esta situación también debería aplicarse al caso de la formación permanente, es decir, se debería formar al profesorado en métodos de aprendizaje cooperativo a partir de una organización cooperativa de la actividad de formación.

Dentro de esta misma línea se ha apuntado la necesidad de generalizar el aprendizaje cooperativo a la interacción profesor-profesor. Si los profesores quieren aprender unos de otros deberían interaccionar dentro de un contexto cooperativo, porque éste se ha mostrado igualmente eficaz con adultos –en uno de los metaanálisis efectuados por la Escuela de Minnesota (Johnson y Johnson, 1990) el 30% de los estudios empíricos (133) utilizaron muestras de adultos– en cuanto al rendimiento. Además, posibilita relaciones interpersonales más positivas y genera niveles más altos de autoestima. No es de extrañar, pues, que se estén realizando experiencias muy concretas sobre aprendizaje entre profesores (como las de los Collegial Support Group) que podrían ser incorporadas, perfectamente y sin modificaciones muy sustanciales, a los centros de profesores (primaria, secundaria y bachillerato) y departamentos y centros universitarios.

## **II. La evaluación de programas de formación del profesorado**

Determinada la necesidad de formación del profesorado de métodos de aprendizaje cooperativo, planteados los contenidos mínimos que debe tener el programa y apuntada la metodología con la que el proceso de formación se tiene

que llevar a cabo, surge la cuestión de cómo evaluar este proceso de formación, es decir, cómo evaluar la eficacia, la eficiencia y la efectividad del programa formativo.

La evaluación de programas cuenta con una pequeña pero prolífica historia que comienza en la década de los 40 (Tyler, 1950) y ha ido perfilándose a lo largo de este tiempo; pero de forma muy especial en las tres últimas décadas (Alvira, 1991, Cronbach et al. 1980, Ibarra, Leininger y Rosier, 1984; Ichimura, y Linton, 2005; Posavac y Carey, 1985; Wang y Walberg, 1987), como una metodología concreta dotada de terminología propia, bagaje conceptual específico, procedimientos definidos, herramientas de análisis delimitadas, así como fases y procesos característicos. En este sentido, el rasgo más peculiar de este proceso de transformación quizás haya sido el deslizamiento concepto-procedimental que ha llevado desde una idea inicial que contemplaba la programación como un hecho *a priori* y la evaluación como un hecho *a posteriori*, hasta una concepción de indisociabilidad de ambos procesos porque, como decía Aristóteles en su *Política*: “un conocimiento profundo de las cosas no lo obtendremos, ni ahora ni nunca, en tanto que no las contemplemos en su crecer desde el principio”. De esta manera, evaluación y programación son dos procesos que, en el momento actual, se consideran tan entrelazados que es imposible conceptualizarlos como elementos aislados o estancos, ya que constituyen un auténtico par dialéctico.

Nosotros definimos la *evaluación de programas* como: La emisión de juicios de valor sobre la concepción, implementación y los resultados de un programa, a partir del conocimiento empírico proporcionado por la información sistemática obtenida mediante instrumentos objetivos de registro; con el fin de posibilitar que, mediante la utilización de métodos científicos, esos juicios de mérito o valor garanticen una toma de decisiones lo más correcta y ajustada posible acerca de la viabilidad, satisfacción, efectividad y eficiencia del programa.

Esta es una definición personal y muchas otras podrían admitirse como igualmente (o incluso más) aceptables, por lo que es posible hablar de diferentes modelos de evaluación. En este sentido, desde que Ralph Tyler (1950) desarrolló, por la década de los cuarenta, su modelo de evaluación por objetivos, han ido surgiendo otros modelos evaluativos que respondían a nuevas reconceptualizaciones de la evaluación de programas, como los de Stake (1998), Suchman (1967; 1990), Scriven (1967), Stufflebeam (2001a; 2001b), etcétera.

Ahora bien, teniendo en cuenta la definición dada por nosotros, nos vemos abocados a aceptar un modelo específico de evaluación, ya que esa definición nos conduce directa e inexcusablemente a lo que se conoce con el nombre de *evaluación segmentada de programas* (Municio, 1992).

En efecto, se debe considerar que un programa es un documento intencional, elaborado técnicamente, consistente en un plan de actuación al servicio de metas valiosas y necesarias, que se articula según un proceso biotápico (concreción y

realización), y que presenta cuatro segmentos bien delimitados: definición, diseño, ejecución y conclusión. Por tanto, la evaluación segmentada de programas es un conjunto de acciones encaminadas a estimar el valor de todos y cada uno de los segmentos que componen el programa (Talmage, 1982; Worthen, 1990), así como su estructuración y coordinación para alcanzar las metas y los objetivos previstos, mediante el análisis de su eficacia relativa, su efectividad, su eficiencia (análisis coste/beneficio y coste/eficacia), su productividad (análisis del rendimiento) y su adecuación (ver Figura 1).

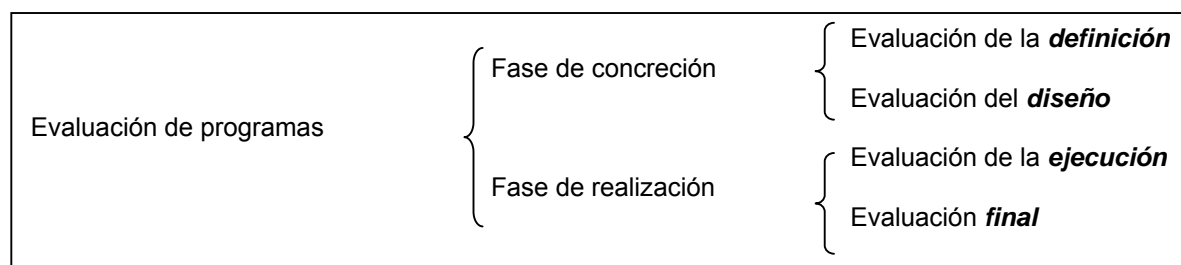


Figura 1. Acciones en la evaluación de programas

La manifiesta diferencia entre las partes que componen un programa obliga a que la evaluación de cada uno de los segmentos se construya sobre dos ejes bien diferenciados: el sustantivo y el metodológico.

El eje sustantivo es el eje diferenciador de los programas y de sus evaluaciones correspondientes.

El eje sustantivo consta de cinco elementos que permiten responder a las preguntas *¿qué?*, *¿cómo?*, *¿cuándo?*, *¿para qué?* y *¿para quién?* Los dos primeros elementos del eje sustantivo hacen referencia al *qué* y al *cómo*, es decir, al contenido previamente establecido en el programa, su viabilidad y las estrategias que utiliza. El tercer elemento hace referencia al *para qué*, es decir, a la finalidad de ese programa. El cuarto elemento se refiere al momento de realización, es decir, al *cuándo*. Finalmente, el último elemento a tener en cuenta es la audiencia, es decir, el *para quién*.

Una vez contruidos los cimientos del proceso evaluativo, a partir de la determinación del eje sustantivo, es posible construir el entramado de la evaluación del programa que contará con muchas alternativas libres, pero con otras muy condicionadas por el segundo de los ejes: el metodológico. Este eje nos permite responder a las preguntas: *¿quién?*, *¿cómo?* y *¿con qué?*

El eje metodológico cuenta, pues, con tres elementos claramente distintos. El primero se refiere a quién debe evaluar, es decir, si la evaluación debe ser externa, interna o mixta. El segundo elemento se refiere a si la evaluación debe ser libre, debe estar centrada en los objetivos, debe tener un carácter descriptivo o

experimental; por tanto, responde al cómo evaluar. Por último, el tercer elemento de este eje hace referencia a la tecnología que debe utilizarse (análisis documental, observación, escalas, etc.) y, evidentemente, trata de responder a la pregunta *¿con qué?*

El eje metodológico es el eje del conflicto y la controversia porque, como dice Muncio (1992, p. 376), sus elementos constituyen las piedras angulares de toda evaluación de programas. En el presente trabajo se pretende dar respuesta a los planteamientos que emanan del eje metodológico, en el caso concreto de la evaluación de un programa de formación del profesorado en métodos de aprendizaje cooperativo.

### **III. La investigación psicológica con modelos de ecuaciones estructurales**

El análisis de varianza desarrollado por Fisher en 1925 marcó un hito en el estudio de las relaciones causales porque pretendía determinar el efecto de una variable explicativa (independiente) sobre una variable explicada (dependiente). Estableció en qué medida la variación observada en la segunda, se debía a los cambios efectuados en la primera.

A partir de este modelo inicial se desarrollaron otros modelos estadísticos que podrían englobarse en el epígrafe genérico de *modelos para el análisis de relaciones de dependencia*, que comparten entre sí el intento de analizar la variación (varianza) de las variables que se consideran explicadas por otras. En estos modelos suelen emplearse ecuaciones simultáneas, por las variables que se pueden considerar endógenas o explicadas; por tanto, figuran en las ecuaciones del modelo y pueden jugar el valor de explicativas en otro momento de la secuencia (Arnau y Guardia, 1990; Hall, 2007; Halpern y Pearl, 2005).

Sin embargo, pronto se encontró la necesidad de formular modelos que llegaron no sólo a analizar la variación de una variable independiente, sino la covariación entre todas las variables del sistema (análisis de covarianza). Para ello se acuñó el nombre de *path analysis*, con el cual se designó una técnica que permitía la descomposición de varianzas y covarianzas en función de los parámetros de un sistema de ecuaciones simultáneas (Wright, 1934). Esta técnica sentó las bases que caracterizan los *modelos para el análisis de relaciones de interdependencia*, dentro de los cuales se inscriben los *modelos de ecuaciones estructurales*.

En las ciencias del comportamiento, la conciencia de estar midiendo con error (error de medida), bien sea error accidental, aleatorio, de observación o sistemático, y la naturaleza latente (no observable) de muchas variables de interés, posibilita el desarrollo de modelos para estudiar conceptos abstractos que se miden de forma indirecta y se denominan constructos; de ellos, los más comunes son: el análisis factorial exploratorio (Spearman, 1904) y el análisis factorial confirmatorio (Jöreskog, 1969). En ambos se formalizan las relaciones entre las variables observables (indicadores) y las variables latentes (constructos o

factores) y, puesto que todas las variables observables deben contribuir a la medida del constructo, se hace necesario analizar las relaciones de interdependencia.

La doble necesidad de considerar, por un lado, las relaciones entre indicadores y constructos (modelo de medida) y, por otro, las relaciones de los constructos entre sí (modelo estructural), dio paso, en la década de los 70, a la configuración de los, hoy llamados *modelos de ecuaciones estructurales* (Goldberger y Duncan, 1973). Éstos modelos incluyen, como casos particulares, todos los modelos lineales (recursivos y no recursivos, con y sin variables latentes) y todos los modelos de análisis factorial. No es de extrañar pues, que durante los últimos años, “el estudio de modelos estructurales para el análisis de matrices de covarianza haya permitido un importante incremento en la investigación conductual” (Cudek, 1989, p. 317).

En nuestro caso, la necesidad de verificar una hipótesis que refleje el intento de validar (o refutar) un programa de formación del profesorado, requiere que se utilice un modelo causal, ya que en ella se encuentra presente, de forma explícita, una idea de causación. Todo fenómeno causal se compone, evidentemente, de dos partes: una causa y un efecto. Para que se produzca la relación causa-efecto deben existir entre las variables-causa y las variables-efecto una condición de precedencia temporal de las primeras sobre las segundas, y algún tipo de relación funcional entre las mismas con ausencia total de espureidad. Es decir, la causalidad entre cualquier tipo de fenómenos y, en particular, entre los fenómenos psicoeducativos viene determinada por una relación funcional entre variables, de tal forma que la relación pueda ser simétrica o asimétrica. No existen variables causales antecedentes no incluidas y se observa una precedencia temporal de la causa sobre el efecto que, en las relaciones simétricas, puede comprenderse si se supone un mecanismo de *feed-back* donde se siga cumpliendo este principio (Coenders, 2005).

De esta forma, es posible establecer ecuaciones funcionales entre variables pertenecientes a un modelo teórico, que definen un sistema completo de ecuaciones estructurales; es decir, un sistema en el que están incluidas todas las variables que la teoría postula como relevantes (*modelo de causalidad cerrada*). Esto supone que podemos falsar la teoría, pero no podemos verificarla (Díez, 1997). En efecto, las ciencias sociales y del comportamiento suelen enfrentarse a entidades o procesos cuya teoría es relativamente pobre, al menos si se compara con las ciencias físico-químicas, e incluso con las ciencias naturales. Por ello, el control experimental puro se suele sustituir por el control estadístico, que requiere explicitar todas las variables implicadas en el estudio y en donde las relaciones causales se infieren a partir de las relaciones observadas entre variables. Por lo tanto, aunque muchas de estas variables tienden a “moverse” conjuntamente, es decir, tienden a “covariar” o “correlacionar”, el estudio y análisis de estas relaciones estadísticas entre variables, no son condición suficiente para que exista una relación causal entre ellas.

Sin embargo, la utilización de modelos estadísticos complejos puede ser de gran ayuda para establecer inferencias causales. En este sentido, los modelos de ecuaciones estructurales constituyen una de las herramientas más potentes para el estudio de relaciones causales cuando éstas son de tipo lineal.

Ahora bien, a pesar de su sofisticación, estos modelos nunca prueban la causalidad, pero permiten seleccionar las hipótesis causales relevantes, al desechar aquellas no soportadas por la evidencia empírica (Herbert, 1977). Este es el principio de la *falsación* (Popper, 1969) que corresponde a lo que la lógica proposicional conoce como una de las tautologías de la lógica sentencial denominada *modus tollens*, según la cual, puede negarse el antecedente de un condicional si se niega su consecuente; dicho en otros términos, una hipótesis sería rechazada si en la realidad no se observa la consecuencia que se derivaría de ella. Esto supone que las teorías causales son susceptibles de ser estadísticamente rechazadas o falsadas si se contradicen con los datos o, mejor dicho, si contradicen las covarianzas o correlaciones entre variables, pero no pueden ser estadísticamente confirmadas.

La aplicación de los modelos causales conlleva la realización de una serie de etapas u operaciones, la primera de las cuales es la *formulación del modelo*. Formular un modelo causal consiste en describir, tanto el fenómeno a estudiar, como las variables que en él intervienen y su status en el seno del modelo. Naturalmente, esta formulación debe estar fundamentada en la teoría (o teorías) que genera(n) la(s) hipótesis planteada(s) por el experimentador (o los experimentadores).

Desde esta perspectiva podemos formular un modelo causal que contendrían cinco variables latentes, cuatro independientes (explicativas o exógenas) y una dependiente (explicada o endógena). Las cuatro variables latentes exógenas son los segmentos básicos de un programa (definición, diseño, ejecución y conclusión), y subyacen a doce variables observables (tres para la definición, cuatro para el diseño, tres para la ejecución y dos para la conclusión).

### **3.1 Variables exógenas**

#### **3.1.1 Definición del programa**

Hace referencia a las necesidades que el proyecto pretende cubrir y a la identificación de los profesores que tienen esas necesidades. Ahora bien, las personas se encuentran inmersas en contextos específicos que condicionan sus necesidades y, por tanto, una buena definición del programa presupone un análisis del contexto en el que se encuentran inmersos los profesores destinatarios. Finalmente, un elemento que es condición necesaria a priori para el desarrollo y la implementación del programa es su viabilidad.

Las tres primeras variables observables intentan, por tanto, medir el constructo de *definición* de un programa de formación de profesores en métodos de aprendizaje cooperativo:

1) *Necesidades*. Esta variable será entendida en el sentido tanto de *need assessment*, como de *need evaluation*, y se considerarán en ella el análisis de los objetivos de la búsqueda de las necesidades, los obstáculos encontrados, las condiciones aceptadas, los componentes de riesgo y la gestión efectuada en la identificación y selección de las necesidades. Su medida, de acuerdo con lo expuesto en la introducción, se efectuará con base en tres componentes:

- a) Diseño, recogida y tratamiento de la información (fuentes, procedimientos, instrumentos, técnicas, gestiones).
- b) Identificación de las necesidades (cuestiones planteadas, organización y estructuración de la información, resultados deseados por los profesores participantes; necesidades primarias que permite cubrir el programa de formación, y necesidades no cubiertas; necesidades secundarias que puede cubrir el programa de formación; criterios establecidos por los elaboradores del programa para valorar propuestas explícitas e implícitas; establecimiento de prioridades elaboradas a partir de las propuestas señaladas por los profesores en formación).
- c) Valoración y selección de las necesidades (criterios y sistema para valorar las necesidades identificadas; determinar cuáles son significativas y cuáles no, y qué consecuencias se derivarían de la ausencia de cobertura de las necesidades; definir el sistema utilizado para establecer los criterios de importancia y contraste de las necesidades y para determinar cuáles serán incluidas en el programa de formación y cuáles no).

2) *Contexto*. Para la valoración del contexto partiremos de la teoría general de sistemas y se centrará en el análisis del sistema:

- a) Físico (delimitación de las variables de carácter físico que pueden incidir en la generación de los problemas que se detectan y que crean las necesidades de formación).
- b) Social (se incluirán todos los aspectos que condicionan las necesidades socioeducativas que dan origen al programa de formación).
- c) Organizativo (la dimensión organizativa próxima, centrada en la institución o instituciones que desarrollan el proyecto, y la dimensión organizativa lejana, constituida por la red de organizaciones que interactúan sobre el programa de formación).

d) De relaciones interpersonales (se consideran aquí todas las transacciones poco estructuradas y discontinuas que no encajan en los tres sistemas anteriores).

3) *Viabilidad*. La evaluación de la viabilidad es una evaluación *ex ante* y, en el modelo de medida se analizará:

a) La viabilidad técnica (valoración de la compatibilidad entre medios a utilizar, necesidades del profesorado, objetivos del programa y problemas del contexto, es decir, es tanto la medida de la existencia de recursos físicos y tecnológicos que posibiliten el desarrollo del programa de formación, como la disponibilidad de un equipo de formadores que dominen la tecnología implícita en la formación de profesores en métodos de aprendizaje cooperativo y estén identificados con la filosofía del cambio y la existencia de profesionales de los distintos niveles educativos que estén dispuestos a realizar un esfuerzo profesional, conducente a la adquisición de nuevas destrezas y a la modificación de sus hábitos de trabajo).

b) La viabilidad social (es una respuesta afirmativa a la mayor parte de las siguientes preguntas: ¿responde a necesidades sociales reales?, ¿es positivo el cambio para los usuarios del programa de formación y para sus alumnos?, ¿es posible la existencia de impactos sociales derivados de la aplicación del programa?, etc.).

c) La viabilidad económica (determina la existencia de un presupuesto general fiable y un cash-flow ajustado a los recursos disponibles).

d) La viabilidad de gestión (valora si está garantizado el desarrollo del programa de formación desde su inicio hasta su conclusión, mediante la valoración de las relaciones externas, la organización interna, la capacidad de dirección, en suma, es una evaluación del equipo de formadores).

### **3.1.2 Diseño**

1) *Estrategia*: La estrategia es el curso de acción organizada que el programa de formación va a utilizar para el logro de los objetivos. En esta variable se valorará el proceso de creación y selección (tasa de innovación de las instituciones participantes que intervienen en el proyecto, niveles de inestabilidad y turbulencia del entorno en el que se desarrolla el programa y que pueden afectar a las variables previstas por los diseñadores y autores del proyecto, trabajo en equipo, etc.) y el tipo de enfoque (satisfaciente, optimizador o adaptativo). En esta variable, a pesar de ser el menos utilizado en ciencias sociales, se ha optado por el enfoque adaptativo porque, en el caso que nos ocupa, lo importante no es el producto previamente fijado, sino el proceso que establece nuestra estrategia de formación, y, dado el nivel de incertidumbre sobre el estado inicial del conocimiento de los profesores que van a tomar parte en el proceso de formación,

es necesario evaluar la capacidad de reacción ante determinado tipo de acontecimientos que pudieran producirse a lo largo del proceso de formación.

2) *Actividades*: La estructura de las actividades se medirá teniendo en cuenta: las tareas, las relaciones significativas, la asignación de sus posibilidades de ejecución, los productos que deben ser logrados, el tiempo para la realización de las actividades y la aceptabilidad del diseño.

3) *Medios*: La evaluación de los medios de soporte se efectuará mediante el análisis de su coherencia y compatibilidad; su adecuación, disponibilidad y aprovechamiento; Para ello, se distingue entre medios físicos, organizativos, tecnológicos, humanos, culturales y normativos.

4) *Evaluabilidad*: Para medir este aspecto se utilizarán los criterios de Berk y Rossi (1990): objetivos, estructura, componentes, recursos y pronóstico sobre las consecuencias de su no aplicación.

### **3.1.3 Utilización**

Se utilizarán tres variables que configurarán su medida:

1) *Tareas y relaciones*: Evalúa las actividades realizadas por los profesores para lograr los objetivos y la forma de secuenciar, jerarquizar y conectar las tareas, a través de las personas implicadas en el proyecto.

2) *Proceso*: La evaluación del proceso se centrará en los aspectos humanos, tanto de las tareas, como de las relaciones. Se determinarán como indicadores de medida los comportamientos que ayudan o interfieren, la manera de abordar y solucionar los conflictos que inevitablemente se producen en el proceso, etcétera.

3) *Gestión*: Esta variable tendrá en cuenta cinco factores: la activación de los medios de soporte, la activación de las relaciones interpersonales positivas, la activación de la información y coordinación del proyecto (externa e interna); las ayudas al equipo de especialistas por parte de las instituciones implicadas y la integración de los componentes del proyecto.

### **3.1.4 Conclusión**

Para la última de las variables latentes independientes, se utilizarán dos variables observables:

1) *Finalización*: Mide las operaciones de comprobación de las indicaciones del programa, de la concordancia en su realización y de los cambios introducidos.

2) *Efectos*: Categoriza los productos, los resultados, los impactos y los efectos colaterales.

## 3.2 Variables endógenas

### 3.2.1 Resultados

Este constructo es la variable latente y las variables observables que subyacen a ella son cinco:

1) *Eficacia*: Grado en que se han alcanzado los objetivos en la población de profesores de los distintos niveles educativos medido en términos de una correcta implementación de la metodología cooperativa en las aulas.

2) *Efectividad*: Grado en que los efectos logrados difieren de los alcanzados sin la aplicación del programa de formación, comparados con los obtenidos en las aulas del mismo nivel educativo donde no se ha desarrollado el programa, porque el profesorado no ha participado en el proceso de formación (grupos de control equivalentes).

3) *Eficiencia*: Valoración de las relaciones coste/beneficio y coste/eficacia (expresado el coste en horas de dedicación al programa y en horas de preparación de la planificación docente a partir de una metodología cooperativa).

4) *Productividad*: Conjunto de relaciones entre los productos y los *inputs* y medios de soporte utilizados (rendimiento).

5) *Adecuación*: Relación entre los elementos del proyecto en los que el componente humano (profesorado de las instituciones participantes, profesores de los distintos niveles educativos adscritos a la actividad de formación, etc.) constituye la clave para el logro de los objetivos.

Es evidente que la mayor parte de estas variables reportan datos categóricos y, por tanto, el modelo propuesto por nosotros es un *modelo causal con datos categóricos* (Hagenaars, 2002).

## IV. Representación y especificación del modelo

Una vez desarrollada la conceptualización teórica sobre las variables latentes que subyacen a las variables observables (y sobre su propia interrelación), y con el fin de poder llegar a explicitar, de una forma sencilla, la prioridad causal de estas variables (así como sus relaciones), efectuamos pasamos a efectuar su representación a través de un *diagrama de path* (trayectorias) que permita visualizar las vías causales que han sido establecidas en las distintas variables del modelo (ver Figura 2).

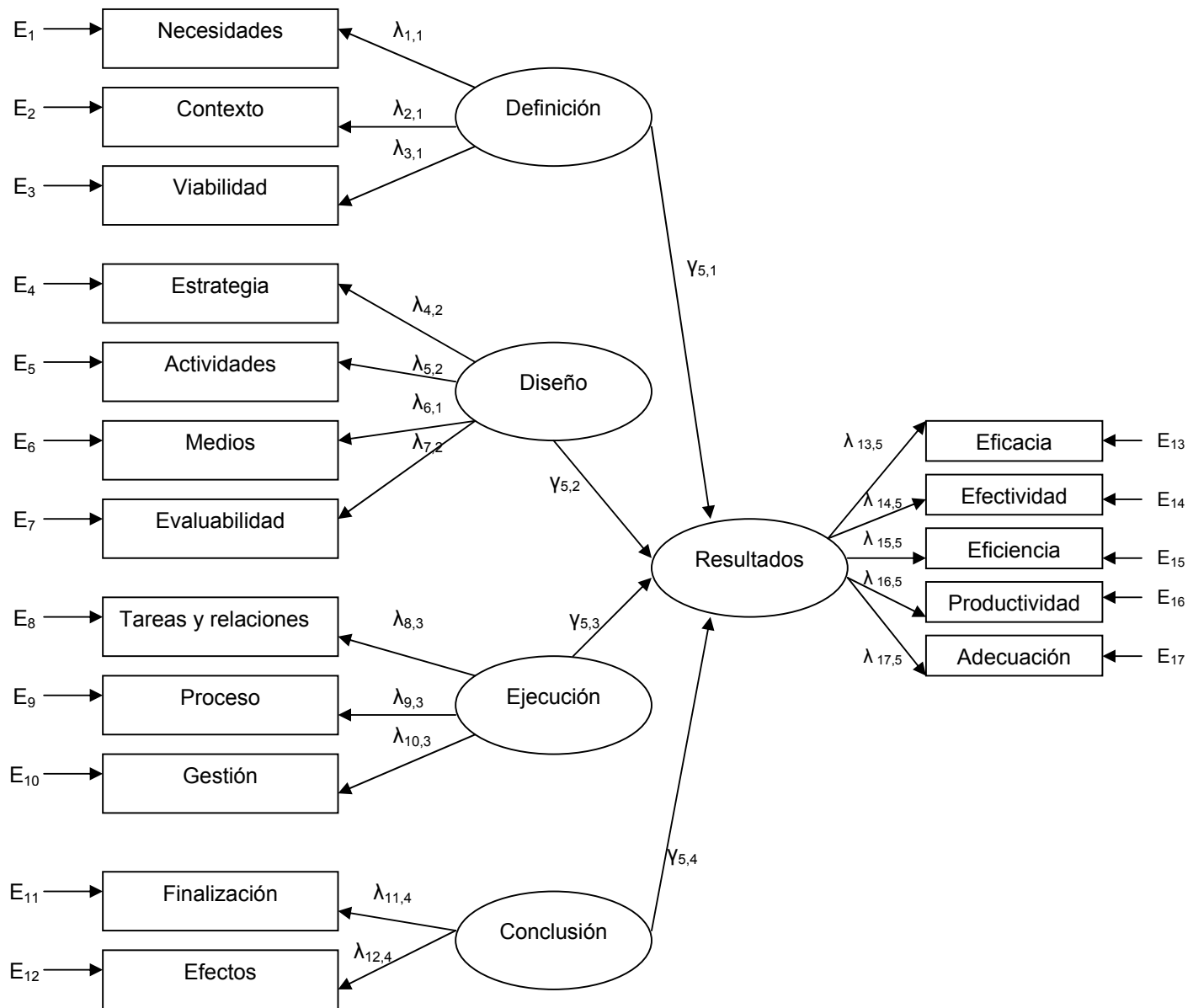


Figura 2. Diagrama de path

Como se ha dicho, este modelo especifica las relaciones hipotéticas existentes entre nuestros cinco constructos o variables latentes (simbolizados por elipses): Definición ( $F_1$ ), Diseño ( $F_2$ ), Ejecución ( $F_3$ ), Conclusión ( $F_4$ ) y Resultados ( $F_5$ ). Tal como indican las sagitas  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ , y  $F_4$  (variables exógenas) suponemos que afectan a  $F_5$  (variable endógena).

Se supone ortogonalidad entre las variables exógenas por ser elementos independientes del programa, por tanto, las correlaciones entre estas variables no posee connotaciones causales y se pueden estimar a 0 ( $\varnothing_{12} = \varnothing_{13} = \varnothing_{14} = \varnothing_{23} = \varnothing_{24} = \varnothing_{34} = \varnothing_{123} = \varnothing_{124} = \varnothing_{134} = \varnothing_{234} = \varnothing_{1234} \approx 0$ ).

La magnitud de las relaciones causales viene expresadas por los coeficientes estructurales  $\gamma_{51}$ ,  $\gamma_{52}$ ,  $\gamma_{53}$ , y  $\gamma_{54}$  en el modelo.

Además, se ha representado el residual  $D_5$  ( $\sigma$ ) que es la parte de la varianza de la variable latente endógena que no puede atribuirse a los constructos del modelo.

Este conjunto de relaciones configuran el *modelo estructural* que hemos planteado y que ya ha quedado suficientemente justificado con anterioridad. Pero además, el modelo estructural contiene un *modelo de medida* conformado por nueve variables observables representadas por dos vectores (que designaremos por  $x$  y  $y$ , y que se encuentran simbolizadas por cuadrados).

El vector  $y$  ( $v_{13}$ ,  $v_{14}$ ,  $v_{15}$ ,  $v_{16}$  y  $v_{17}$ ) es un vector de medidas para las variables dependientes (endógenas) y el vector  $x$  ( $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$ ,  $v_4$ ,  $v_5$ ,  $v_6$ ,  $v_7$ ,  $v_8$ ,  $v_9$ ,  $v_{10}$ ,  $v_{11}$  y  $v_{12}$ ) es un vector de medidas para las variables independientes (exógenas). Los errores de medida se encuentran representados, respectivamente, por los vectores  $\omega$  ( $E_{13}$ ,  $E_{14}$ ,  $E_{15}$ ,  $E_{16}$  y  $E_{17}$ ) y  $\delta$  ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ,  $E_4$ ,  $E_5$ ,  $E_6$ ,  $E_7$ ,  $E_8$ ,  $E_9$ ,  $E_{10}$ ,  $E_{11}$  y  $E_{12}$ ).

Los coeficientes o saturaciones factoriales de las variables observables  $y$  sobre la variable latente  $F_5$  ( $\Omega$ ) se encuentran representados por  $\lambda^y$  y los de las variables observables  $x$  sobre las variables latentes  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  y  $F_4$  ( $\gamma$ ) se han simbolizado por  $\lambda^x$ .

Una vez que se han establecido las relaciones y la prioridad causal entre las distintas variables, se trasladaron las relaciones planteadas a un sistema de ecuaciones estructurales.

Las ecuaciones estructurales de este modelo se refieren a las relaciones especificadas entre las variables exógenas y endógenas, y vienen dadas por la expresión matricial siguiente:

$$\Omega = \Gamma \gamma + \sigma \quad (I)$$

Donde  $\Omega$  es un escalar que define a la variable latente endógena,  $\gamma$  es un vector (4 x 1) de variables latentes exógenas,  $\Gamma$  es un vector (1 x 4) de coeficientes de los efectos de las variables exógenas sobre las variables endógenas; finalmente,  $\sigma$  es un escalar que especifica el residual (o error) de la ecuación general (I).

El desarrollo de esta ecuación general sería como se detalla en la Figura 3.

$$F_5 = \begin{bmatrix} \gamma_{51} & \gamma_{52} & \gamma_{53} & \gamma_{54} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ F_4 \end{pmatrix} + D_3 \quad (II)$$

Figura 3. Desarrollo matricial de la ecuación general

Suponemos que las medias de todas las variables es cero, es decir, que las variables se expresan en unidades de desviación y que  $\sigma$  y  $\psi$  no correlacionan.

El modelo de medida puede ser trasladado a dos ecuaciones básicas cuyas expresiones, en términos matriciales, serían:

$$y = \lambda^y \Omega + \omega \quad (III)$$

$$x = \lambda^x \Psi + \delta \quad (IV)$$

Donde  $y$  es un vector (5 x 1) de medidas para la variable endógena,  $\lambda^y$  es un vector (5 x 1) de coeficientes (saturaciones factoriales) de  $y$  sobre las variables latentes  $\Omega$ , y  $\omega$  es un vector (5 x 1) de errores de medida de  $y$  (ecuación III);  $x$  es un vector (12 x 1) de medidas para las variables exógenas,  $\lambda^x$  es una matriz (12 x 4) de coeficientes (saturaciones factoriales) de  $x$  sobre las variables latentes  $\psi$ , y  $\delta$  es un vector (12 x 1) de errores de medida de  $x$  (ecuación IV).

El desarrollo matricial de las ecuaciones (III y IV) sería como se muestra en las Figuras 4 y 5.

$$\begin{pmatrix} V_{13} \\ V_{14} \\ V_{15} \\ V_{16} \\ V_{17} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_{13,5} \\ \lambda_{14,5} \\ \lambda_{15,5} \\ \lambda_{16,5} \\ \lambda_{17,5} \end{pmatrix} F_5 + \begin{pmatrix} E_{13} \\ E_{14} \\ E_{15} \\ E_{16} \\ E_{17} \end{pmatrix} \quad (V)$$

Figura 4. Desarrollo matricial del modelo de medida de la variable dependiente

$$\begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \\ v_7 \\ v_8 \\ v_9 \\ v_{10} \\ v_{11} \\ v_{12} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_{1,1} & 0 & 0 & 0 \\ \lambda_{2,1} & 0 & 0 & 0 \\ \lambda_{3,1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{4,2} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{5,2} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{6,2} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{7,2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{8,3} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{9,3} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{10,3} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_{11,4} \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_{12,4} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ F_4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ E_4 \\ E_5 \\ E_6 \\ E_7 \\ E_8 \\ E_9 \\ E_{10} \\ E_{11} \\ E_{12} \end{pmatrix}$$

Figura 5. Desarrollo matricial del modelo de medida de las variables independientes

Este desarrollo que acabamos de proponer cumple todas las condiciones establecidas por Jöreskog y Sörbom (1978) para la matriz de covarianza de las variables observadas (siempre sobre los supuestos del LISREL).<sup>1</sup> En efecto, nuestro modelo va a postular siete matrices en función de las cuales se estructurará esta matriz de covarianza:

1. La matriz de coeficientes ( $\lambda^y$ ) o saturaciones que relacionan los indicadores de variables endógenas con las variables latentes endógenas (en nuestro caso es un vector).
2. La matriz de coeficientes ( $\lambda^x$ ) o saturaciones factoriales que relacionan los indicadores de variables exógenas con las variables latentes exógenas.
3. La matriz ( $\Gamma$ ) de los efectos de las variables latentes exógenas sobre las variables latentes endógenas (en nuestro caso es un vector).
4. La matriz de varianza-covarianza ( $\phi$ ) de las variables latentes exógenas (en nuestro caso es un escalar).
5. La matriz de varianza-covarianza ( $\Delta$ ) de los residuales  $\sigma$  (en nuestro caso es un escalar).
6. La matriz de varianza-covarianza de los errores de medida de los indicadores  $\gamma$  ( $\theta_\omega$ ).
7. La matriz de varianza-covarianza de los errores de medida de los indicadores  $\chi$  ( $\theta_\delta$ ).

Este diseño ha sido elegido teniendo en cuenta los intereses del trabajo que se sitúan en la verificación o confirmación de la bondad de un programa de formación y, como ya hemos dicho con anterioridad, los modelos estructurales parecen ser, desde el punto de vista epistemológico, un método idóneo para abordarla y ponerla a prueba (Vega, 1985).

El análisis del modelo se efectuará con el programa EQS *versión 13* del BMDP Statistical Software, y la estimación de los parámetros se realizó a partir del estimador de máxima verosimilitud *Maximum Likelihood (ML)* porque este estimador minimiza la función definida como:

$$F_{M.L.}(S; \Sigma^*) = \text{tr}(\Sigma^{*-1} S) + [\log |\Sigma^*| - \log |S|] - (r+s)$$

Los cuadros resúmenes de los componentes estructurales y de medida del modelo propuesto son, por tanto, los siguientes:

a) *Componentes estructurales del modelo de estructuras de covarianza (ver Tabla I)*

Tabla I. Modelo estructural

Matriz	Dimensión	Media	Covarianza	Dimensión	Descripción
$\Omega$	(1 x 1)	0	$COV_F = E(F^2)$	(1 x 1)	Factores endógenos
$\Psi$	(4 x 1)	0	$\Phi = E(F_1 F_2 F_3 F_4)$	(4 x 4)	Factores exógenos
$\Delta$	(1 x 1)	0	$\Pi = E(DD)$	(1 x 1)	Término de error
$\Gamma$	(1 x 2)	-	-----	-----	Efectos directos de $\psi$ en $\Omega$

b) *Componentes de medida del modelo de estructuras de covarianza (ver Tabla II)*

Tabla II. Modelo de medida

Matriz	Dimensión	Media	Covarianza	Dimensión	Descripción
$\Psi$	(4 x 1)	0	$\Phi = E(F_1 F_2 F_3 F_4)$	(4 x 4)	Factores exógenos
X	(12 x 1)	0	$\epsilon_{xx} = E(VV')$	(12 x 12)	Variables observables
$\lambda^x$	(12 x 4)	-	-----	-----	Pesos de X en $\psi$
$\Delta$	(12 x 1)	0	$\Theta_\delta = E(\delta \delta')$	(12 x 12)	Términos de error de X
$\Omega$	(1 x 1)	0	$COV_F = E(F^2)$	(1 x 1)	Factores endógenos
Y	(5 x 1)	0	$E_{yy} = E(VV')$	(5 x 5)	Variables observables
$\lambda^y$	(5 x 1)	-	-----	-----	Pesos de Y en $\Omega$
$\Omega$	(5 x 1)	0	$\Theta_\omega = E(\omega \omega')$	(5 x 5)	Términos de error de Y

## V. Conclusiones

Aunque desde que Tyler (1950; p. 69) definiera el concepto de evaluación educativa de manera teleocéntrica, esta noción ha sufrido bastantes y, en algunos momentos, significativas transformaciones, todo el mundo podría admitir que “la evaluación de la formación es una de las actividades más relevantes y significativas en todo proceso de planificación y desarrollo de la formación” (Ruiz, 2007; p. 651), sin embargo no parece existir una cultura de evaluación entre los *formadores de formadores*, lo que hace que la mayor parte de los programas de formación del profesorado no suelen propiciar las claves conceptuales y los procedimentales que posibiliten el desarrollo de las prácticas evaluativas. En este sentido, enmarca este trabajo, cuyas conclusiones se podrían situar en torno a tres ejes.

En primer lugar, la propuesta de este trabajo gira en torno a la necesidad de una formación del profesorado en métodos de aprendizaje cooperativo. En efecto, desde la retroperspectiva que nos proporciona el siglo XXI podemos observar que, a lo largo de los últimos tres siglos, se ha producido un deslizamiento que ha ido

desde el más puro universalismo ilustrado que caracterizó el pensamiento occidental del siglo XVIII, hasta un relativismo cultural que, forjándose en los albores del siglo XIX, ha llegado hasta el último cuarto del siglo XX con renovada consistencia.

Esta situación debida a la planetarización de la política, la economía y, sobre todo, de la cultura, ha derivado hacia un replanteamiento de la relación dialéctica entre lo particular y lo universal que persigue la búsqueda de un universalismo multicultural que pueda dar, simultáneamente, respuesta a lo idéntico y a lo diferente. Esto pone en tela de juicio la racionalidad de un sistema educativo que se atrinchera en la pobre y estrecha franja de la *mismidad*, olvidando la enorme riqueza existente en la *alteridad* y la diferencia. Por ello, si nuestros gobernantes quieren una estabilidad (planetaria, nacional o regional) deben tener presente el principio hegeliano de que “las identidades que no son reconocidas por los que comparten vida y destinos, son inherentemente inestables”, y si se quiere hacer una política encaminada a lograr estos principios de integración sin absorción, deben comenzar por el elemento básico de cualquier transformación: la educación.

En este sentido, desde los primitivos trabajos de Dewey, pasando por los estudios de Lewin y sobre las bases sustantivas que emanan de las teorías de Piaget y Vygotsky, el proceso de interacción entre iguales se ha convertido en el elemento más prometedor sobre el que debe descansar la organización de unas aulas que, cada vez más, presentan una amplia heterogeneidad cognitiva, social, étnica y cultural.

Bajo esta condición procesual, a partir de la década de los 70, se han venido desarrollando metodologías que toman como base una interdependencia positiva entre los objetivos individuales de los alumnos, y cuyo logro depende de la calidad de ese proceso de interacción. Estos métodos de enseñanza se aglutinan bajo la nomenclatura común de *métodos de aprendizaje cooperativo*.

Es evidente que la aplicación de una metodología cooperativa al aula requiere la preparación de los profesores que han de desarrollarla. Por esta razón, es necesario capacitar al profesorado de los distintos niveles educativos con los conocimientos necesarios para abordar con éxito esta empresa.

La elaboración de programas de formación del profesorado –tanto de formación inicial (Dyson, 2001; Serrano, Pons y Calvo, 2008), como de formación permanente (Emmer y Stough, 2001; Hawkes, 2000; Serrano y Pons, 2007; Serrano, Calvo, Pons, Moreno y Lara, 2008; Serrano, Pons, Moreno y Lara, 2008; Solomon, 2000)– sobre la utilización de metodologías que potencien el proceso de interacción entre iguales, es una prometedora línea de investigación en el intento de organizar cooperativamente las aulas (Hoy y Tschannen-Moran, 1999), que está posibilitando el desarrollo de proyectos integrados de formación del profesorado, como el proyecto SELA<sup>2</sup> (Almog y Hertz-Lazarowitz, 1999).

En segundo lugar, se propone aquí una elaboración segmentada de los programas de formación del profesorado, porque este tipo de formulación posibilita una mejor evaluación de los efectos y la adecuación del programa al contar con:

- Una mayor riqueza de los elementos que constituyen las claves conceptuales del programa, tratando de dar respuesta a las cuestiones sobre ¿a qué necesidades intentará dar respuesta el programa?, ¿cómo puede cubrir las necesidades desde una perspectiva altamente contextualizada? y ¿cómo puede formularse de manera que se garantice a priori sus posibilidades de ejecución?
- Un sistema procedimental holístico, que necesita describir la acción estratégica que posibilitará el logro de las competencias deseadas, y que sólo podrá ser alcanzado mediante una estructura altamente organizada entre actividades, medios y productos; en el seno de un marco temporal específico.
- Un sistema de pronóstico sobre aplicación *versus* no aplicación que es condición *sine qua non* para su “evaluabilidad”, lo que obliga a una categorización de los productos, los resultados, los impactos y los efectos colaterales.

En tercer lugar, y puesto que se trabaja con variables categóricas,<sup>3</sup> se propone aquí que la estructura más adecuada para efectuar esa evaluación se encuentra determinada por la aplicación de modelos causales. En efecto, sabemos que la investigación no experimental puede aproximarse a la experimental partiendo de modelos de ecuaciones estructurales, introduciendo en ellas las variables necesarias para refutar las relaciones entre variables que no se deriven de la teoría.<sup>4</sup> Sabemos también que los modelos de ecuaciones estructurales constituyen una de las herramientas más potentes para el estudio de las relaciones causales con datos no cuantitativos (Batista y Coenders, 2000), lo que ha posibilitado que estos modelos alcancen, en las tres últimas décadas, una gran popularidad. Esto por ocho grandes razones:

- 1) Se trabaja con constructos, que se miden a través de indicadores, para después evaluar la calidad de dicha medida.
- 2) Se consideran los fenómenos en su verdadera complejidad (incorporan múltiples variables endógenas y exógenas) y, por tanto, desde una perspectiva más realista y con un alto nivel de validez ecológica.
- 3) Se consideran de manera conjunta, medida y predicción, análisis factorial y análisis de trayectorias, es decir, se evalúan los efectos de las variables latentes entre sí, sin contaminación imputable al error de medida.
- 4) Se introduce la perspectiva confirmatoria en el modelado estadístico por cuanto el investigador debe introducir su conocimiento teórico en la especificación del modelo, antes de ser estimado.

5) Se descomponen las covarianzas observadas (y no sólo las varianzas) dentro de una perspectiva de análisis de la interdependencia.

6) Se evalúan la calidad de la medida, la fiabilidad y la validez de cada indicador.

7) Se seleccionan los mejores indicadores e incluso la modalidad de respuesta óptima.

8) Se evalúan el error de medida y el de predicción por separado.

Todo ello hace que, dados los fines de este trabajo, los modelos de ecuaciones estructurales se conviertan en uno de los mejores instrumentos que el *formador de formadores* pueda utilizar para evaluar su acción-intervención.

## Referencias

Almog, T. y Hertz-Lazarowitz, R. (1999). Teachers as peer learner: Professional development in an advanced computer learning environment. En A. M. O'Donnell y A. King (Eds.), *Cognitive perspectives on peer learning. The Rutgers Invitational Symposium on Education Series*. (pp. 285-311). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Alvira, F. (1991). *Metodología de la evaluación de programas*. Madrid: CIS.

Arnau, J. y Guardia, J. (1990). Diseños longitudinales en panel: Alternativa de análisis de datos mediante los sistemas de ecuaciones estructurales. *Psicothema*, 2 (1), 57-71.

Batista, J. M. y Coenders, G. (2000). *Modelos de ecuaciones estructurales*. Madrid: La Muralla.

Blalock, H. M. (1964). *Causal inferences in non-experimental research*. New York: Norton.

Berk, R. A. y Rossi, P. H. (1990). *Thinking about program evaluation*. Newbury Park, CA: Sage.

Calvo, M. T.; Serrano, J. M., González-Herrero, M. E. y Ato, M. (1996). *Formación de profesores: Una experiencia de elaboración y aplicación de métodos de aprendizaje cooperativo en las aulas de Educación Infantil, Primaria y Secundaria Obligatoria*. Madrid: Ministerio de Educación.

Coenders, G. (2005). *Temas avanzados en modelos de ecuaciones estructurales*. Madrid: La Muralla.

Cronbach, L. J., Hambron, S. R., Dornbusch, S. M., Hess, R. D., Hornick, R. C., Phillips, D. C., et al. (1980). *Towards reform in program evaluation: Aims, methods and institutional arrangements*. San Francisco: Jossey-Bass.

Cudek, R. (1989). Analysis of correlation matrices using covariance structures, *Psychological Bulletin* 105, 317-327.

Dettoni, G., Giannetti, T. y Persico, D. (2006). SRL in Online Cooperative Learning: Implications for pre-service teacher training. *European Journal of Education*, 41 (3-4), 397-414.

Díez, J. (1997). *Métodos de análisis causal*. Madrid: Siglo XXI.

Dyson, B. (2001). Cooperative learning in an elementary physical education program. *Journal of Teaching in Physical Education*, 20 (3), 264-281.

Emmer, E. T. y Stough, L. M. (2001). Classroom management: A critical part of educational psychology, with implications for teacher education. *Educational Psychologist*, 36 (2), 103-112.

Goldberger, A. J. y Duncan, O. D. (Eds.) (1973). *Structural equation models in the social sciences*. Nueva York: Academic Press.

Golightly, A., Nieuwoudt, H. D. y Richter, B. W. (2006). A Concept Model for Optimizing Contact Time in Geography Teacher Training Programs. *Journal of Geography*, 105 (5), 185-197.

Hagenaars, J.A. (2002). Directed loglinear modelling with latent variables: Causal models for categorical data with non-systematic and systematic measurement errors. En J. A. Hagenaars y A. L. McCutcheon (Eds.), *Applied latent class analysis* (pp. 234-286). Cambridge: Cambridge University Press.

Hall, N. (2007). Structural equations and causation. *Philosophical Studies*, 132 (1), 109-136.

Halpern, J. Y. y Pearl, J. (2005). Causes and explanations: A structural-model approach. II. Explanations. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 56 (4), 889-911.

Hawkes, M. (2000). Structuring computer-mediated communication for collaborative teacher development. *Journal of Research and Development in Education*, 33 (4); 268-277.

Herbert, B. A. (1977). *Causal modeling*. Londres: Sage.

Hoy, A. W. y Tschannen-Moran, M. (1999). Implications of cognitive approaches to peer learning for teacher education. En A. M. O'Donnell y A. King (Eds.),

*Cognitive perspectives on peer learning. The Rutgers Invitational Symposium on Education Series* (pp. 257-284). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Ibarra, O. H., Leininger, B. S. y Rosier, L. E. (1984). A note on the complexity of program evaluation. *Mathematical Systems Theory*, 17 (2), 85-96.

Ichimura, H. y Linton, O. (2005). *Asymptotic expansions for some semiparametric program evaluation estimators*. Cambridge: Cambridge University Press.

Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (1990). *Cooperation and competition: Theory and Research*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Jones, B. F. (1992). Cognitive designs in instruction. En M. C. Alkin (Ed.), *Encyclopaedia of Educational Research* (pp. 166-178). Nueva York: Macmillan.

Jöreskog, K. G. (1969). A general approach to confirmatory maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika*, 34, 183-202.

Jöreskog, K. G. y Sörbom, D. (1978). *LISREL 6: A general computer program for estimation of a linear structural equation system by maximum likelihood methods*. Chicago: National Educational Resources.

Jöreskog, K. G. y Sörbom, D. (1996). *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Hove and London: Scientific Software International.

Jöreskog, K. G. y Van Thillo, M. (1972). *LISREL: A General Computer Program for Estimating a Linear Structural Equation System Involving Multiple Indicators of Unmeasured Variables* (Uppsala Research Report 73-5). Uppsala: Uppsala University.

Kagan, S. (1985). Dimensions of cooperative classroom structures. En R. Slavin, S. Sharan, S. Kagan; R. Hertz-Lazarowitz, C. Webb y R. Schmuck (Eds.), *Learning to cooperate, cooperating to learn* (pp. 67-96). Nueva York: Plenum Press.

Leikin, R. (2004). The wholes that are greater than the sum of their parts: employing cooperative learning in mathematics teachers' education. *The Journal of Mathematical Behavior*, 23 (2), 223-256.

McDonald, R. P. (1980). A simple comprehensive model for the analysis of covariance structures: Some remarks on applications. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 33, 161-183.

Municio, P. (1992). La evaluación segmentada de programas. *Bordón*, 43 (4), 375-395.

Popper, K. (1969). *Búsqueda sin término*. Barcelona: Alianza Editorial.

Posavac, E. J. y Carey, R. G. (1985). *Program evaluation: Methods and case studies*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Ruiz, C. (2007). *Evaluación de la formación*. En J. Tejada y V. Giménez (Comps.), *Formación de formadores. Vol. 1: Escenario Aula* (pp. 647-701). Madrid: Thomson Editores.

Scriven, M. (1967). The Theory behind Practical Evaluation. *Evaluation*, 2 (4), 393-404.

Serrano, J. M. y Calvo, M. T. (1994). *Aprendizaje cooperativo. Técnicas y análisis dimensional*. Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.

Serrano, J. M., Calvo, M. T., Pons, R. M., Moreno, T. y Lara, R. S. (2008, enero). *Training teachers in cooperative learning methods*. Trabajo presentado en Cooperative Learning in Multicultural Societies: Critical Reflections. Torino, Italia.

Serrano, J. M. y González-Herrero, M. E. (1996). *Cooperar para aprender. ¿Cómo implementar el aprendizaje cooperativo en el aula*. Murcia: DM Editores.

Serrano, J. M. y Pons, R. M. (2006). El diseño de la instrucción. En J. M. Serrano (Comp.), *Psicología de la Instrucción. Vol.II: El diseño instruccional* (pp. 17-71). Murcia: DM Editores.

Serrano, J. M. y Pons, R. M. (2007). Formación de profesores en Métodos de Aprendizaje Cooperativo. En T. Aguado, I. Gil y P. Mata (Comps.), *Formación del profesorado y práctica escolar* (pp. 20-32). Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Serrano, J. M. y Pons, R. M. (2008). Hacia un nuevo replanteamiento de la unidad de análisis del constructivismo. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 13 (38), 681-712.

Serrano, J. M., Pons, R. M. y Calvo, M. T. (2008, enero). *Reward structure as a tool to generate positive interdependence in higher education*. Trabajo presentado en Cooperative Learning in Multicultural Societies: Critical Reflections. Torino, Italia.

Serrano, J. M., Pons, R. M., Moreno, T. y Lara, R. S. (2008). *Formación de profesores en MAC. Memoria final de investigación*. Madrid: Agencia Española de Cooperación Internacional.

Serrano, J. M., Pons, R. M. y Ruiz, M. G. (2007). Perspectiva histórica del aprendizaje cooperativo: un largo y tortuoso camino a través de cuatro siglos. *Revista Española de Pedagogía*, 236, 125-138.

Solomon, R. P. (2000). Exploring cross-race dyad partnerships in learning to teach. *Teachers College Record*, 102 (6); 953-979.

- Spearman, C. (1904). General intelligence, objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201-293.
- Stake, R. E. (1998). *Advances in program evaluation* (Vol. 4). Londres: JAI Press.
- Steiger, J. H. (1989). *EZPATH: A supplementary module for SYSTAT and SYGRAPH*. Evanston, IL: SYSTAT.
- Stufflebeam, D. L. (2001a). *Evaluation models. New directions for program evaluation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Stufflebeam, D. L. (2001b). Evaluation checklists: Practical tools for guiding and judging evaluations. *American Journal of Evaluation*, 22 (1), 71-79.
- Suchman, E. A. (1967). *Evaluative research: Principles and practice in public service and social action programs*. Nueva York: Russell Sage Foundation.
- Suchman, E. A. (1990). The social experiment and the future of evaluative research. *American Journal of Evaluation*, 11 (3), 251-259.
- Talmage, H. (1982). Evaluation of programs. En H. M. Mitzel (Ed.), *Encyclopedia of Educational Research* (592-611). Nueva York: Macmillan.
- Tyler, R. W. (1950). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- Vega, J. L. (1985). Metodología longitudinal. En A. Marchesi, M. Carretero y J. Palacios (Comps.), *Psicología Evolutiva. Vol 1: Teorías y métodos* (pp. 369-396). Madrid: Alianza.
- Wang, M. C. y Walberg, H. J. (1987). Evaluating educational programs: An integrative, causal modeling approach. En D. S. Cordray y M. W. Lipsey (Eds.), *Evaluation Studies: Review Annual* (pp. 534-553). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Worthen, B. R. (1990). Programs Evaluation. En H. J. Walberg y G. D. Haertel (Eds.), *The International Encyclopedia of Educational Evaluation* (42-47). Oxford: Pergamon Press.
- Wright, S. (1934). The method of path coefficients. *Annals of Mathematical Statistics*, 5, 161-215.

---

<sup>1</sup> Son las siglas que corresponden a la abreviación de Linear Structural Relationship, programa desarrollado por por Jöreskog y Thillo en 1972 y que es el que más impacto ha causado en el desarrollo de los modelos de ecuaciones estructurales. A partir del primer programa LISREL han ido apareciendo distintas versiones y actualizaciones del mismo (Jöreskog y Sörbom, 1996) junto con otros programas como el Covariance Structure Análisis (COSAN) desarrollado por R. McDonald en 1980, el EQS (Structural Equations Programs) desarrollado por P.M. Bentler en 1984 o el EZPATH desarrollado por J.H. Steiger en 1989 como un módulo suplementario para el SYSTAT y el SYGRAPH. En la actualidad, existen versiones muy avanzadas de estos programas y casi todos los paquetes estadísticos realizan el análisis de ecuaciones estructurales.

<sup>2</sup> Siglas en hebreo de: Entornos de aprendizaje con tecnologías avanzadas

<sup>3</sup> A partir de la publicación del libro de Blalock (1964), *Causal inferences in non-experimental research*, se inaugura el planteamiento de la causalidad con datos categóricos.

<sup>4</sup> La teoría señala también el orden temporal de las variables (el empleo de diseños longitudinales, así como el empleo de variables «desfasadas» en el tiempo (*lagged*), ayuda a controlar alternativas explicativas de tipo temporal).