

# LOS MODELOS DE ECUACIONES ESTRUCTURADAS COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN LA INVESTIGACIÓN SOCIAL

**Darwin O. Romero Artigas\***

Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado

**Félix José Pascual Miguel\*\***

Universidad Politécnica de Madrid

**Santiago Iglesias Pradas\*\*\***

Universidad Politécnica de Madrid

## RESUMEN

Una de las finalidades de toda investigación empírica es el descubrimiento de relaciones causales entre las variables que conforman el objeto de estudio. En el marco de la experimentación controlada no hay mayor problema. Sin embargo, cuando se analizan variables en las ciencias sociales no es posible ejercer control alguno, porque normalmente están involucrados conceptos abstractos que deben medirse de forma indirecta a través de indicadores. Es allí donde las ecuaciones estructuradas constituyen una herramienta útil para el estudio de relaciones causales de tipo lineal sobre estos conceptos. En este trabajo se presenta como ejemplo de la aplicabilidad de este método, un modelo exploratorio basado en una relación causa-efecto, como resultado de la vinculación entre las TI/ SI, la cultura y el capital humano con la gestión del conocimiento organizacional, en el marco de un modelo de madurez. La investigación fue desarrollada sobre un grupo de pymes latinoa-

mericanas y se usó el método de ecuaciones estructuradas basadas en la técnica estadística PLS (Partial Least Squares- Mínimos Cuadrados Parciales) apoyado en el paquete informático PLS Graph 3.0. Se pudo demostrar la validez y factibilidad del modelo propuesto al quedar comprobada su fiabilidad, consistencia, estabilidad, calidad y poder de predicción.

**Palabras Claves:** Ecuaciones Estructuradas, Investigación Cuantitativa, Investigación Social, PLS Graph

## THE STRUCTURAL EQUATION MODELING AS A TOOL FOR STATISTICAL ANALYSIS IN SOCIAL RESEARCH

### ABSTRACT

One of the purposes of all empirical investigation is the discovery of causal relations between the variables that conform the study object. Within the framework of the controlled experimentation there is no major problem, nevertheless when variables in social sciences are analyzed is not possible to exert control some, because normally abstract concepts are involved that they must be moderate of indirect form through indicators. It is there where the structured equations constitute an useful tool for the study of causal relations of linear type on these concepts. In this work is display like example of the applicability of this method, an exploratory model based on a relation cause-effect, as a result of the entailment between the IT/ IS, the culture and the human capital with the management of the organizational knowledge,

within the framework of a maturity model. The investigation was developed on a group of Latin American SMEs. The method of structured equations was used in statistical technique PLS (Partial Least Squares) supported in computer science package PLS Graph 3.0. It was possible to demonstrate the validity and

feasibility of the model proposed when was verified his reliability, consistency, stability, quality and power of prediction

**Keywords:** Structured Equations, Quantitative Investigation, Social Investigation, PLS Graph

- 
- \* Ingeniero en Informática, Msc. en Sistemas de Información. Profesor Titular del Decanato de Ciencias y Tecnología de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. E-mail: *dromero@ucla.edu.ve*
  - \*\* Ingeniero en Telecomunicaciones, MBA, Doctor en Ingeniería de Telecomunicación. Profesor Asociado del Dpto. de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadísticas de la Universidad Politécnica de Madrid. E-mail: *felixjose.pascual@upm.es*
  - \*\*\* Ingeniero en Telecomunicaciones, MBA, Doctor en Ingeniería de Telecomunicación. Profesor Asociado del Dpto. de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadísticas de la Universidad Politécnica de Madrid. E-mail: *s.iglesias@upm.es*

## **INTRODUCCIÓN**

La investigación social es un proceso que a través de la aplicación del método científico, busca descubrir y obtener nuevos conocimientos en el campo de una realidad social, o en su defecto, estudia una situación social determinada para detectar anomalías o problemas, con el objeto de proponer los correctivos necesarios.

Para tal fin, tomando como base el carácter de la investigación, se sirve principalmente de dos métodos: el cualitativo y el cuantitativo. El primero se orienta a la interpretación de los actores, donde los propios sujetos son objeto de investigación; mientras que el segundo, trata los fenómenos susceptibles a cuantificación, haciendo un uso generalizado del análisis estadístico y de los datos objetivos y numéricos. Éste último es uno de los métodos de investigación más difundidos en las ciencias sociales, con probada utilidad tanto en el ámbito académico, así como también en organizaciones gubernamentales y empresas.

Desde este punto de vista y especialmente en la educación superior o universitaria, históricamente se han venido utilizando una diversidad de herramientas estadísticas para el análisis de los datos en este tipo investigación, tales como: tablas de frecuencia y estadísticas descriptivas (estadística univariada), tablas de contingencia, correlación entre variables y regresión simple (estadística bivariada) y regresión múltiple, regresión logística y análisis factorial (estadística multivariada).

No obstante, todas estas técnicas tienen como limitación común, que sólo pueden procesar una relación entre variables al mismo tiempo y la estructura de los modelos estudiados debe ser simple o de complejidad limitada. Además, estos enfoques suponen que todas las variables en estudio tienen una representación cuantificable en el mundo real, lo que las hace siempre observables, cosa que no es cierta en el ámbito de las ciencias sociales.

Por esta razón, en la búsqueda del acercamiento del fenómeno social al modelo estadístico, es que cobra importancia el uso de las ecuaciones estructuradas, las cuales superan las limitaciones de las técnicas antes descritas, porque se consideran su extensión, al combinar en un mismo modelo la regresión múltiple, el análisis factorial y el análisis de senderos o caminos.

La particularidad de esta técnica es que estima en el mundo real los valores de los datos no representan exactamente las características de las variables, porque se asume la presencia de un error de medición cuando se toman estos datos de la fuente, es decir, se estima que el valor real de una variable conlleva un error aleatorio<sup>1</sup> más un error sistemático<sup>2</sup> (Roldán y Cepeda, 2007). Este fenómeno se atenúa incorporando conceptos no físicos y abstractos denominados constructos, que consisten en definiciones o conceptos propios del investigador que son descritos y medidos de forma indirecta a través de indicadores.

A manera de ejemplo y con el fin de demostrar las bondades, beneficios y características de esta técnica, se presenta como referencia, un modelo teórico que, con fines exploratorios, fue desarrollado con el objetivo fundamental de demostrar qué desde una perspectiva socio-técnica, la influencia que ejercen en conjunto las tecnologías y sistemas de información, la cultura organizacional y el capital humano sobre el desarrollo de las capacidades de gestión del conocimiento organizacional determinan el nivel de madurez de las capacidades para gestionar el capital intelectual en la pequeña y mediana empresa.

Es decir, se asume que en la medida en que las pymes logren desarrollar y adoptar en su vida diaria:

- (a) una plataforma tecnológica que soporte los procesos destinados al manejo de información y conocimiento;
- (b) una cultura organizacional basada en el libre intercambio de información, trabajo en equipo y mejora continua; y
- (c) un capital humano preparado para enfrentar los retos del manejo de la información y el conocimiento, apoyándose y enriqueciendo su experiencia, su formación general y técnica, podrán avanzar y desarrollar sus capacidades para gestionar el conocimiento organizacional y por ende alcanzar, un nivel de madurez aceptable para gestionar su capital intelectual.

El estudio se concentró específicamente en las pymes, ya que ellas representan aproximadamente el 90% de la fuerza productiva de cualquier país y aunque son la base fundamental de la economía, es un sector que aprovecha muy poco las bondades de la gestión del conocimiento y la constitución de un sólido capital intelectual (Llisterry y Angelelli, 2002; Tay Pey, 2009; Yu y Humphreys, 2008)

Finalmente, para validar y comprobar la consistencia del modelo propuesto, se definió el modelo de ecuaciones estructuradas respectivo, tomando como base conceptos teóricos que luego son expresados en términos de constructos o variables latentes.

### *El Modelo de investigación propuesto*

Antes de definir y operar directamente con las ecuaciones estructuradas, es importante señalar las características del modelo teórico que se ha usado como base para la aplicación de la técnica. El modelo surge de nuestra necesidad de conseguir respuestas a algunas interrogantes no resueltas por la mayor parte de las fuentes documentales de investigación en el campo de la gestión del conocimiento y capital intelectual, específicamente en la pequeña y mediana empresa.

Nuestra propuesta tiene un enfoque muy particular y se basa en el supuesto de que el nivel de desarrollo que pueden alcanzar las capacidades de una pyme para gestionar capital intelectual, el cual denominaremos madurez, depende directa y proporcionalmente del desarrollo que alcancen sus capacidades para gestionar el conocimiento organizacional; y que a su vez, éste depende principalmente de la confluencia del impacto de tres factores: las tecnologías y sistemas de información (TI/SI), la cultura organizacional y las capacidades del capital humano sobre los procesos de codificación, abstracción, difusión y uso de la información.

- 
1. El error aleatorio es el causado por el orden de los ítems en un cuestionario o por la fatiga de la persona encuestada.
  2. El error sistemático es la varianza atribuible al método de medición más que al constructo.

## Marco Teórico o Conceptual

Por lo tanto, en respuesta a esta inquietud, la *Hipótesis General* sobre la que gira nuestro trabajo queda formalmente expresada de la siguiente manera:

El nivel de madurez de las capacidades para gestionar el capital intelectual en la pequeña y mediana empresa, depende directa y proporcionalmente del nivel de desarrollo alcanzado por las capacidades para la gestión del conocimiento organizacional, como consecuencia de la magnitud de la influencia que sobre ellas ejercen en conjunto, las TI/SI, la cultura organizacional y las capacidades del capital humano.

De esta hipótesis se desprenden dos aspectos bien diferenciados. Uno referido a la capacidad de gestión del conocimiento organizacional y otro orientado a la potenciación de dicha capacidad, como consecuencia de la influencia de factores estructurales externos al proceso de gestión. Como consecuencia, con el fin de plantear la hipótesis general a un nivel menos abstracto, tomando como base cada una de las perspectivas implícitas en el planteamiento, se hizo indispensable derivar la *Hipótesis General* en hipótesis específicas, de la siguiente manera:

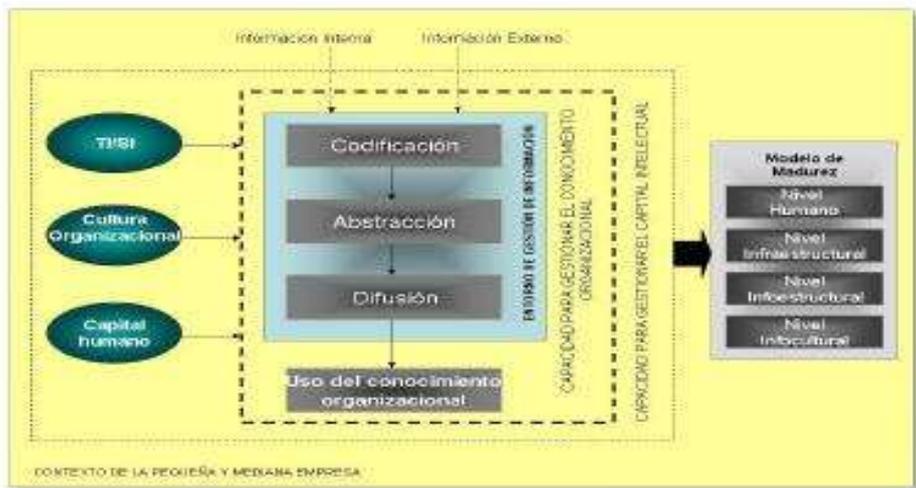
**H1.** El nivel de desarrollo de las capacidades para gestionar conocimiento organizacional en la pyme, depende directa y proporcionalmente del tipo de relación que se presenta entre los procesos de codificación, abstracción, difusión y uso del conocimiento; y

**H2.** El tipo de relación que se presenta entre los procesos de codificación, abstracción, difusión y uso del conocimiento, depende directa y proporcionalmente de la influencia que sobre ellos en conjunto ejercen las TI/SI, la cultura organizacional y el capital humano.

De esta forma, con el fin de corroborar estos supuestos, surge el modelo propuesto, basado en una serie de elementos pertenecientes a diversas teorías, que aunque forman parte de diferentes enfoques, se entremezclan en búsqueda

del aprovechamiento o maximización de sus fortalezas individuales, tal como: capital intelectual, gestión de conocimiento y modelos de madurez. La Figura No. 1 representa gráficamente una visión general de nuestra propuesta.

Figura No. 1: Esquema general del Modelo de Investigación.



Fuente: Romero Artigas y otros, 2011

Para el diseño de este modelo asumimos la premisa de algunos autores que señalaban que la interacción de 2 o más recursos relacionados con el capital intelectual, genera un efecto combinado que crea valor y ventajas competitivas, representando más que la suma de los efectos individuales (Bontis, 1998, 2002; Gupta y Roos, 2001).

Para fundamentar esta postura, se asociaron los aspectos que se expresan, tanto desde el punto de vista de la perspectiva socio-técnica de la organización, como de la teoría clásica de capital intelectual, para definir las áreas de estudio en el modelo, las cuales a su vez, también aparecen descritas y recomendadas por la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (Ehms y Langen, 2002), específicamente referidas a: personas y competencias, colaboración y cultura; y por último, tecnología e infraestructura, por ser

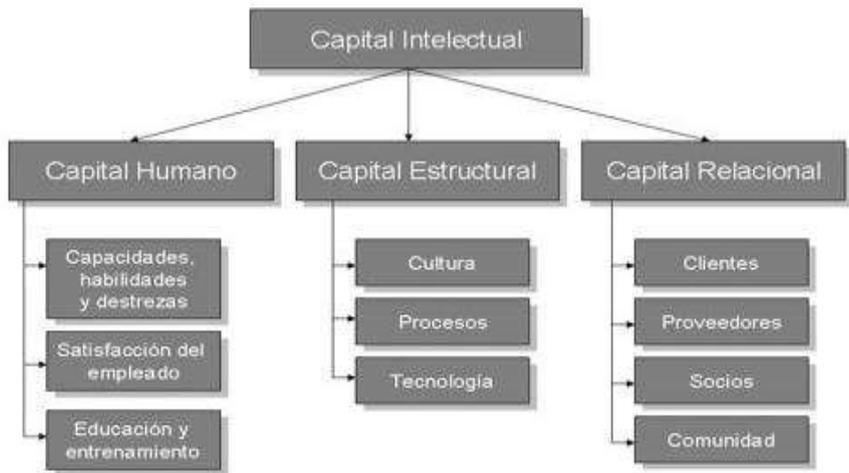
aspectos que están estrechamente relacionados en la vida real de las empresas y su capital intelectual.

En lo referente al marco de trabajo del estudio, básicamente está soportado sobre el concepto de Capital Intelectual. Para ello, se asumió como base la definición que mayormente es usada en la literatura especializada. En ésta se plantean tres dimensiones o capitales básicos (el capital humano, el capital estructural y el capital relacional) como parte de la estructura conceptual principal del capital intelectual (Bontis, 1998; Edvinsson y Malone, 1998; K. Sveiby, 1998). Luego, esta estructura, a su vez está asociada a un conjunto de sub-dimensiones internas (ver Figura No. 2), que definen, por un lado: capacidades, habilidades y destrezas, satisfacción del empleado, educación y entrenamiento como parte del capital humano; cultura, procesos y tecnología como criterios que caracterizan el capital estructural; y por último: clientes, proveedores, socios y comunidad como parte del capital relacional (Brooking, 1996; Kaplan y Norton, 1996).

Una vez delimitado el marco general del estudio, tanto las características específicas de las variables seleccionadas como las relaciones que las dominan, fueron planteadas en nuestro modelo, tomando como guía, teorías consolidadas, clasificaciones y experiencias encontradas en diversos trabajos empíricos, tal como lo expresa la Tabla No. 1.

Por otra parte, la caracterización de los niveles de madurez de las capacidades para gestionar capital intelectual, se ha diseñado a través de un patrón de comparación que contiene las áreas y parámetros que caracterizan los niveles de madurez de las capacidades que debe poseer una empresa para gestionar su capital intelectual, según los elementos tomados de los modelos de madurez de las capacidades para gestionar conocimiento basados en CMMI. Dicho patrón toma como base el tipo o magnitud de la relación entre las variables del estudio para definir los diferentes niveles del modelo, los cuales representan cada contexto de madurez, desde el más sencillo hasta el más complejo.

Figura No. 2: Estructura de la definición de Capital intelectual. Fuente: Adaptado de (Brooking, 1996; Kaplan y Norton, 1996)



En el contexto más simple (Nivel Humano), se caracteriza a una empresa caótica, donde su dependencia del comportamiento individual es total; las actividades y resultados son dominados por el comportamiento humano-individual, sin apoyo tecnológico, información no codificada, sin abstracción de información y poco o nada de difusión. Sin gerencia en los procesos y decisiones individuales.

En un segundo contexto (Nivel Infraestructural), se define a una empresa que se soporta sobre una estructura no formal basada en tecnología y sobre la iniciativa individual y/o grupal de sus miembros, con tendencia a dar cierta importancia a los datos y a la información; predomina el trabajo individual y el conocimiento tácito; aparece en bajo grado el trabajo en equipo y las mejoras son por iniciativa propia; existe una infraestructura tecnológica básica; bajos niveles de codificación, abstracción y difusión; muchos procesos son irrepetibles; poco contacto con fuentes internas y externas de información.

En el tercer contexto (Nivel Infoestructural), ya se formalizan iniciativas orientadas al uso de información con una disposición planificada de los recursos tecnológicos y procesos formales de tratamiento de la información y el conocimiento; el intercambio de información más o menos continuo entre los trabajadores, se planifica el almacenamiento de información y conocimiento, la

empresa está tecnológicamente interconectada, información codificada, medios formales de almacenamiento y recuperación de información.

*Tabla No 1:* Elementos teóricos que sustentan el modelo de investigación

Temática	Autores
Medición de capital intelectual ( <i>Navegador Skandia, Monitor de Activos Intangibles, Cuadro de Mando Integral, Gestor Tecnológico</i> )	(Edvinsson y Malone, 1998); (K Sveiby, 1997); (Kaplan y Norton, 1996); (Brooking, 1996)
Relaciones entre las dimensiones del capital intelectual y el desempeño de la organización	(Z. Chen, Zhu, y Xie, 2004; Mahmoodsalehi y Jahan-yan, 2009); (Vandaie, 2007); (Kannan y Aulbur, 2004); (Moon y Kim, 2006); (Wu, 2005); (Wong, 2005; Wong y Aspinwall, 2005)
Cultura organizacional basada en conocimiento, el trabajo en equipo, el intercambio de información y la mejora continua	(Al-Alawi, Al-Marzooqi, y Mohammed, 2007; Bontis y Serenko, 2009; Bratianu y Orzea, 2010; De Long y Fahey, 2000; Lai y Lee, 2007; Staplehurst y Ragsdell, 2010; Water y Beruvides, 2009);
Capital humano en el contexto organizacional, específicamente todo lo relacionado con experiencia personal y técnica, así como su educación formal.	(Bontis, 1998; Bontis y Fitz-enz, 2002; Cortini y Benevene, 2010; L. Chen, 2009; Thomas Davenport, 1999; Rizvi, 2010)
El impacto y uso de las tecnologías de información en los procesos de gestión de conocimiento en las pymes	(Abdulgader, 2008; Butler y Murphy, 2008; Casalet y González, 2004; Herrerros, 2003; Köper, 2003; Sattar Chaudhry, Ainah Ali, y Iman Abadi, 2008; Tay Pey, 2009; Yu y Humphreys, 2008).
La gestión del conocimiento apoyada en el procesamiento de la información	(Boisot, 1999); (Alavi y Leidner, 2001; Boisot, 1999; T. Davenport, 1999; Kucza, 2001; Malhotra, 2000; K.-e. Sveiby, Linaud, y Dvorsky, 2001).
Desarrollo y aplicación de la gestión del conocimiento en las pymes	(Butler y Murphy, 2008; Egbu, Hari, y Renukappa, 2005; Hussain, Si, y Ahmed, 2010; Rehman, Mahmood, Sugathan, y Amin, 2010; Sparrow, 2001; Su-pyuenyong, Islam, y Kulkarni, 2009; Zevallos, 2003).
Estudios teóricos basados en CMMI	(Dayan y Evans, 2006; Kruger y Snyman, 2007; Ramaujan y Kesh, 2004).
Modelos de medición de madurez de capacidades para gestionar conocimiento: <i>Modelo de Madurez Organizacional Fujitsu, Modelo de Madurez de Gestión de Conocimiento Infosys, Modelo de Calidad de los Procesos del Conocimiento de Paulzen y Perc, El Modelo de Madurez de la Gestión el Conocimiento del Grupo Forrester y El Modelo de Madurez de la Gestión del Conocimiento Siemens</i>	(Dalkir, 2005; Ehms y Langen, 2002; Grossman, 2006; Kochikar, 2000; Paulzen y Perc, 2002; Pee, Teah, y Kankanhalli, 2006).

Por último, el cuarto contexto (Nivel Infocultural), define a una empresa de sólidas bases en cultura de la información, con una estructura tecnológica óptima, interconectada y retroalimentada, cónsona con las exigencias de procesos basados en calidad; los procesos están optimizados y son repetibles; existe el entrenamiento y la mejora continua como política; se establece conexión tecnológica interna y externa a la empresa; la información está plenamente codificada; la recuperación puede realizarse de múltiples fuentes y de forma eficiente a través de aplicaciones formales, todos los empleados participan en las actividades como parte de su cultura.

De esta forma, con el aporte de todos estos estudios teórico y empíricos se conformó un modelo donde se conjugaron un grupo de teorías y preceptos, aceptados y consolidados en el contexto de la investigación social, que difícilmente antes se habían presentado de esta forma, con el fin de confrontar propuestas con la realidad de la pequeña y mediana empresa latinoamericana.

### **Las Ecuaciones Estructuradas**

Con el fin de modelar adecuadamente la complejidad de los fenómenos de las ciencias sociales, muchos investigadores se han centrado en el uso de métodos multivariantes o multivariados, los cuales tienen la capacidad de permitir el análisis simultáneo de gran cantidad de variables.

Estas variables son el producto de una serie de medidas tomadas del mundo real que rodea la investigación y se caracterizan porque permiten: a)

Estimar relaciones de dependencia múltiple y cruzadas entre variables independientes (exógenas) y variables dependientes (endógenas); b) Modelar el error de medida o el grado con que las variables observables (indicadores) no describen perfectamente a la variable no observable (latente) en el proceso de estimación; y c) Por la capacidad de representar conceptos no observables (constructos abstractos) (Roldán y Cepeda, 2007).

Hay que destacar que un indicador, también denominado variable observable, variable manifiesta o de medida, es el valor obtenido a través de cuestionarios u observaciones y corresponde a un elemento determinado que es usado como una medida de un constructo. Mientras que un constructo teórico o abstracto, llamado también variable latente o no observable, es una variable que

no puede ser medida de forma directa, pero que puede ser estimada a través de un conjunto de indicadores. Estos constructos pueden clasificarse en exógenos y endógenos, donde los primeros actúan como variable causal de los segundos.

Por lo tanto, las principales diferencias entre los sistemas de ecuaciones estructuradas y las otras técnicas de análisis multivariante es la capacidad de analizar relaciones para cada subconjunto de variables, permitir interrelaciones entre algunas variables de éstos subconjuntos y manejar el concepto de variable latente, con el fin de realizar estimaciones más precisas.

### **Estrategias de Modelado**

La flexibilidad de esta técnica permite al investigador utilizar las ecuaciones estructuradas de múltiples formas en función de los objetivos a conseguir. Para ello existen tres estrategias que se pueden adoptar para su utilización: El modelado confirmatorio, los modelos rivales y el desarrollo de modelos o modelado exploratorio

La primera, permite al investigador especificar un modelo aislado y el modelo de ecuaciones estructuradas se utiliza para evaluar su significación estadística. La segunda, permite evaluar el modelo estimado con modelos alternativos, proporciona las líneas básicas para realizar comparaciones y seleccionar el más idóneo. La tercera, difiere de las dos anteriores en que aun-que se propone un modelo, el propósito del esfuerzo de modelado es mejorarlo a través de modificaciones de los modelos de medida y/o estructurales para encontrar uno nuevo.

### **Técnica estadística aplicada**

El análisis holístico del modelo de ecuaciones estructuradas puede ser desarrollado a través de dos técnicas estadísticas (Roldán y Cepeda, 2007): el método basado en el análisis de las covarianzas (MBC) y el análisis basado en componentes o mínimos cuadrados parciales, mejor conocido por sus siglas en inglés (PLS – Partial Least Squares).

El MBC informa del grado con el que el modelo hipotético se ajusta a los datos disponibles, basándose en medidas de bondad de ajuste global. Busca comprobar una teoría sólida en todo su conjunto, adaptándose mejor a la investigación confirmatoria. Mientras que el modelado bajo PLS tiene como objetivo la predicción de las variables dependientes, tanto latentes como manifiestas. Su meta es maximizar la varianza explicada de las variables dependientes.

En comparación con el MBC, PLS es usado comúnmente para aplicaciones predictivas y para el desarrollo de teorías (análisis exploratorio). Puede ser usado para descubrir nuevas relaciones entre variables, que puedan ser comprobadas en un futuro. La aplicación de un método u otro dependerá de los objetivos que persigue el investigador, de la visión epistemológica que tenga con respecto a la teoría, de las características de los datos, del nivel de conocimiento teórico y de las medidas.

Por tanto, una vez realizado el análisis respectivo, se decidió usar en esta investigación el método PLS como técnica estadística, ya que, entre otros aspectos, los constructos subyacentes son determinados, existe un bajo grado de confianza en el modelo teórico y sobre la teoría que soporta las medidas de los constructos ya que el trabajo está orientado básicamente hacia la predicción. Además, los requerimientos de esta técnica son mínimos en lo referente a la escala de las medidas de las variables, el tamaño muestral y las distribuciones de las variables observables (Wynne Chin, 1998; Fornell y Larcker, 1981).

En términos generales, esta técnica fue diseñada para reflejar las condiciones teóricas y empíricas de las ciencias sociales y del comportamiento, donde las teorías no están lo suficientemente asentadas y la información disponible es escasa (Roldán y Cepeda, 2007).

### **Fases del modelado**

En un principio, es necesario que el investigador defina un modelo teórico o estructural, luego este modelo se contrasta estadísticamente a través del modelo de medida y como parte final del proceso, se realiza su verificación, la cual puede presentarse de forma parcial o global.

El modelo teórico o estructural se fundamenta básicamente en relaciones causales hipotetizadas entre los constructos dependientes e independientes, es decir, se refleja el fenómeno donde el cambio en una variable produce un cambio en otra variable, definiéndose una relación de dependencia, tal como se plantea en un análisis de regresión.

El modelo de medida presenta las cargas factoriales de las variables observables (indicadores) con relación a su correspondiente variable latente o constructo. Aquí se valora la fiabilidad y validez de las medidas de los constructos teóricos.

Lo poderoso e innovador de esta técnica, es que las relaciones causales pueden tomar muchas formas y significados, que pueden ir desde una estricta relación ya probada por alguna ciencia, hasta relaciones menos definidas, las cuales el investigador considera válidas tras el estudio o estimación del comportamiento de algunas variables basado en la justificación teórica ofrecida por el análisis.

### **Componentes del modelo**

El modelado de ecuaciones estructuradas involucra el desarrollo de dos submodelos o componentes que permiten definir de forma clara todos los elementos del planteamiento y las relaciones presentes entre sí. Ellos son: el modelo estructural (o modelo de variables latentes) y el modelo de medida (o de relaciones epistémicas).

El modelo estructural es aquel componente del modelo general que describe relaciones causales entre las variables latentes o constructos. Las relaciones entre las variables observadas se incluyen cuando estas variables no actúan como indicadores (variables observables) de las variables latentes.

El modelo de medición representa las relaciones de las variables latentes (o constructos) con sus indicadores (o variables empíricas u observables). Para cada constructo que aparezca en el modelo es necesario determinar cuáles serán sus indicadores. Estas variables latentes son variables no observadas, que resultan de las covarianzas entre dos o más indicadores. Son las que representan los conceptos en los modelos de medición.

sus indicadores. Estas variables latentes son variables no observadas, que resultan de las covarianzas entre dos o más indicadores. Son las que representan los conceptos en los modelos de medición.

El objetivo fundamental del modelo de medición es corroborar la idoneidad de los indicadores seleccionados en la medición de los constructos de interés. Este modelo se divide en dos partes, el exógeno y el endógeno. La ecuación del modelo de medición exógeno mide la relación entre variables exógenas latentes y sus indicadores. Las interrelaciones entre las variables latentes se indican mediante sus covarianzas. Las relaciones de las variables latentes con sus indicadores se definen como “direccionales”, dependiendo de las relaciones epistémicas que se presenten, es decir, pueden ser de tipo reflectivos<sup>3</sup> (efectos) o formativos<sup>4</sup> (causales).

Para las variables endógenas también existe un modelo de medición, cuando el modelo incluye variables latentes dependientes (o endógenas) medidas mediante uno o varios indicadores. El modelo de ecuaciones estructurales es el resultado de la combinación del modelo estructural y del modelo de medición, de cuyo resultado aparece un modelo comprensivo de relaciones entre variables endógenas y exógenas, latentes y manifiestas.

### **Etapas de análisis del modelo**

La evaluación o análisis del modelo debe hacerse en dos etapas (Roldán y Cepeda, 2007). En la primera etapa se valora la validez y fiabilidad del modelo de medición, y en la segunda etapa, se valora el modelo estructural.

La viabilidad y fiabilidad del modelo de medida tienen como objetivo, analizar si los conceptos teóricos están medidos correctamente a través de los indicadores, midiendo lo que se quiere medir de una forma estable y consistente. Esta etapa está conformada de la siguiente manera:

- 
3. *Los indicadores reflectivos son un reflejo del constructo teórico no observado al que están relacionados.*
  4. *Los indicadores formativos son aquellos que dan lugar al constructo.*

**Fiabilidad Individual del Ítem:** Para un indicador reflectivo, está representado por las cargas asociadas al constructo respectivo (éstas deben ser mayores a 0,707).

**Consistencia Interna o Fiabilidad de la Escala:** Evalúa con qué rigurosidad están las variables manifiestas midiendo la misma variable latente. Este análisis puede realizarse, a través de la aplicación del Coeficiente Alfa de Cronbach o también a través del cálculo de la Fiabilidad Compuesta. Se sugiere un 0,7 como un nivel adecuado para una fiabilidad modesta en etapas tempranas de investigación, y 0,8 para investigación básica.

**Análisis de la Varianza Extraída (AVE):** Proporciona la cantidad de varianza que un constructo obtiene de sus indicadores, con relación a la cantidad de varianza debida al error de medida. Se recomienda que la varianza extraída media sea superior a 0,50, con lo que se establece que más del 50% de la varianza del constructo es debida a sus indicadores.

**Validez Discriminante:** Indica en qué medida un constructo determinado, es diferente de otros constructos. Una forma de medir la validez discriminante, es demostrar la varianza extraída media (AVE) para un constructo, es mayor que la varianza que dicho constructo comparte con los otros constructos del modelo.

Por otro lado, con la valoración del modelo estructural se pretende evaluar el peso y la magnitud de las relaciones entre las diferentes variables. En vista de que el objetivo de un modelo PLS es la predicción, la bondad de un modelo teórico, está determinado por la fortaleza de la relación entre los constructos y por la predictibilidad de los constructos endógenos. Esta etapa está conformada de la siguiente manera:

**Varianza Explicada de las Variables ( $R^2$ ):** Es la medida que indica el poder predictivo de un modelo e indica la cantidad de varianza del constructo que es explicada por el modelo.

**Pesos de Regresión Estandarizados ( $\beta$ ):** Indican la fuerza relativa de las relaciones estadísticas, a través de los coeficientes o pesos de regresión estandarizados.

darizados. Los valores deseables para cada camino o relación entre constructos, debe ser superior a 0,3 tomando como límite inferior 0,2.

**Test Stone-Geisser ( $Q^2$ ):** Criterio que se usa para medir la relevancia predictiva de los constructos dependientes. Por regla general, si el valor obtenido es mayor que cero, indica que el modelo tiene relevancia predictiva, pero si el valor es menor que cero, el modelo carecerá de predictibilidad.

**Bondad de Ajuste:** Este es un índice que valora, tanto la calidad del modelo de medida como la calidad del modelo estructural. Es una medida que varía entre 0 y 1. A mayor valor, mejor medida.

Esta secuencia de pruebas y valoraciones asegura que el modelo presenta medidas fiables y válidas que permiten llegar a conclusiones sólidas referentes a las relaciones entre las variables.

## El modelo de investigación bajo la técnica de Ecuaciones Estructuradas

La representación mediante gráficos de senderos o de caminos es la más usual para el modelado de las ecuaciones estructuradas. La notación señala que las variables latentes (constructos no observables) son representadas a través de un círculo o de una elipse. Adicionalmente los errores de predicción y de medición aparecen siempre fuera del círculo ( $\zeta_1$ ).

Por otra parte, las variables observadas (indicadores) se representan con un cuadro. Estas variables pueden ser indicadores de variables latentes en el modelo de medición. En el modelo estructural pueden igualmente ser variables independientes (exógenas) o dependientes (endógenas), cuando éstas son observadas y no latentes. Las flechas indican relaciones causales entre las variables exógenas ( $\xi$ ) y las variables endógenas ( $\eta$ ). A cada flecha de la representación se le asocia un coeficiente:  $\lambda_{ij}$ ,  $\beta_{ij}$ ,  $\gamma_{ij}$ ,  $\phi_{ij}$ ,  $\psi_{ij}$ ,  $\theta_{ij}$ ,  $\theta_{ij}$ . La falta de flecha entre las variables significa que dichas variables no están directamente relacionadas, aunque indirectamente puedan estarlo.

En el caso de los constructos, dependiendo de su clasificación, su representación cambia, ya que si es de tipo reflectiva la dirección de las flechas de causalidad va desde el constructo hasta sus indicadores. Mientras que, si es de tipo formativa, entonces la dirección de la flecha de causalidad va desde el indicador hasta el constructo.

En este trabajo, tal como se describe en el marco conceptual, el modelo propuesto está conformado por elementos que se presentan en términos de variables o constructos y dada sus características detonantes se clasifican como independientes o exógenos: tecnologías y sistemas de información, cultura organizacional y capacidades del capital humano. Los indicadores que representan los parámetros operativos de medición de cada una de estas variables involucran: *disponibilidad de infraestructura TI/SI* ( $X_1$ ), *disponibilidad de Bases de Datos* ( $X_2$ ), *disponibilidad de conexiones de Internet* ( $X_3$ ), *uso de la infraestructura de TI/SI* ( $X_4$ ), *disponibilidad de aplicaciones de software* ( $X_5$ ), *disponibilidad de aplicaciones de carácter general* ( $X_6$ ), *disponibilidad de aplicaciones de carácter específico* ( $X_7$ ) y *uso de dichas aplicaciones* ( $X_8$ ), para el constructo TI/SI; *trabajo en equipo* ( $X_9$ ), *intercambio de información* ( $X_{10}$ ) y *mejora continua* ( $X_{11}$ ) como parte del constructo cultura organizacional y; *experiencia personal* ( $X_{12}$ ), *formación general* ( $X_{13}$ ) y *formación técnica* ( $X_{14}$ ) como caracterización de las capacidades del capital humano.

Por otro lado, las variables dependientes o endógenas están representadas por los procesos que conforman el “espacio de información”, definido para este trabajo como capacidades para gestionar conocimiento organizacional, es decir: codificación, abstracción, difusión y uso de la información y el conocimiento organizacional, cuyos parámetros operativos de medición, están asociados con la presencia y ejecución de cada uno de estos procesos.

Los indicadores que representan los parámetros operativos de medición de cada una de estas variables son: para la Codificación: *nivel de captura de información de entrono* ( $Y_1$ ), *capacidad de codificación de información del entorno* ( $Y_2$ ), *nivel de captura de información interna* ( $Y_3$ ) y *capacidad de codificación de información interna* ( $Y_4$ ); para la Abstracción: *capacidad de almacenamiento de información* ( $Y_5$ ), *capacidad de relación de información* ( $Y_6$ ) y *capacidad de recuperación de información* ( $Y_7$ ); para difusión: *acceso de información a nivel individual* ( $Y_8$ ) y *acceso de información a nivel grupal* ( $Y_9$ ); y para Uso de información: *solución de problemas* ( $Y_{10}$ ), *implantación de programas de formación* ( $Y_{11}$ ), *implantación de programas de estandarización* ( $Y_{12}$ ), *desarrollo de proyectos de innovación* ( $Y_{13}$ ) y *desarrollo de nuevos métodos* ( $Y_{14}$ ).

Una representación del modelo estructural y del modelo de medición del sistema de ecuaciones estructuradas, usando gráficos de senderos, se presentan en la Figura No. 3 y en la Figura No. 4 respectivamente.

Figura No. 3: Modelo Estructural de la investigación

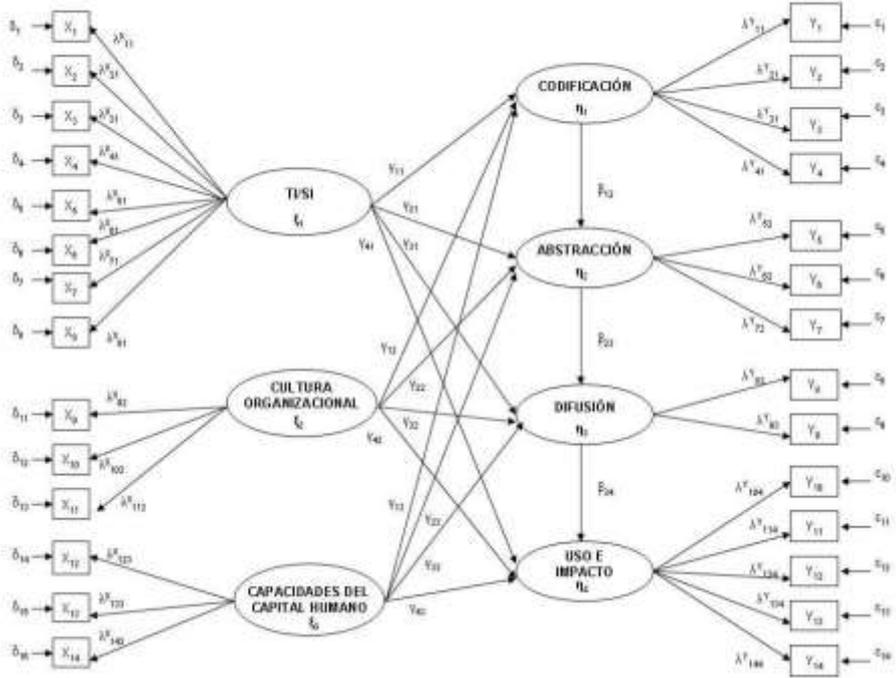
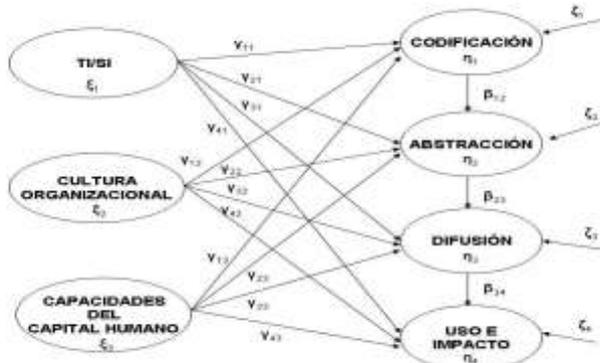


Figura No. 4: Modelo Estructural y Modelo de Medición de la investigación

## **Estudio Empírico**

Para el proceso de recolección de datos, se elaboró un cuestionario de tipo directo y estructurado, relacionado con las variables en estudio. Dicho cuestionario se organizó en dos partes. Una primera parte conformada por información general de la empresa y una segunda parte, estructurada con base en un conjunto de preguntas cerradas de tipo Escala de Likert de cinco niveles, dispuestas en cuatro secciones, las cuales tienen como objetivo obtener información de la empresa en cuanto a: presencia y uso de TI/SI, uso e internalización de prácticas determinadas propias de una cultura organizacional orientada al manejo y uso de conocimiento, presencia de capacidades específicas que caracterizan al recurso humano en un contexto dominado por la gestión del conocimiento y caracterización de la gestión interna de conocimiento propiamente dicha, tal como se ha caracterizado en el apartado anterior.

El instrumento se aplicó vía correo electrónico a una población conformada por 334 pequeñas y medianas empresas del sector industrial/manufacturero, localizadas en el ámbito de Latinoamérica y registradas en la base de dato Alpymes, creada por la Comunidad de Pequeñas y Medianas Empresas de América Latina a través del programa para colocar a Internet al alcance de todas las pymes.

Se obtuvieron respuestas de 83 cuestionarios, específicamente de empresas ubicadas en: Argentina (12), Brasil (14), Chile (5), Colombia (10), Ecuador (6), México (12), Uruguay (7) y Venezuela (17). Cifra que representa un porcentaje de 24,8%, del total de empresas que conforman la población. Número bastante aceptable si tenemos en cuenta que la muestra estadística calculada era de 76 cuestionarios. El error estuvo estimado en un 9% con un margen de confianza del 95%.

## **Análisis de Resultados**

Para el tratamiento del modelo de ecuaciones estructuradas se dispuso del paquete de software PLS Graph en su versión 3.0. Mientras que, por otro lado,

se usó la técnica de Análisis de Conglomerados, específicamente el método de *k-medias*, a través del paquete estadístico SPSS en su versión 15.0, para estimar el nivel general de madurez de las empresas encuestadas. Una visión general de los resultados obtenidos se aprecia en la Figura No. 5.

### Análisis del Modelo de Ecuaciones Estructuradas

Para comprobar la fiabilidad y validez del *modelo de medida*, fue necesario exponerlo y confrontarlo al conjunto de pruebas, descritas con anterioridad, tal como lo presenta la literatura especializada (W. Chin, Marcolin, y Newsted, 2003; Roldán y Cepeda, 2007).

Darwin O. Romero Artigas / Félix José Pascual Miguel / Santiago Iglesias Pradas

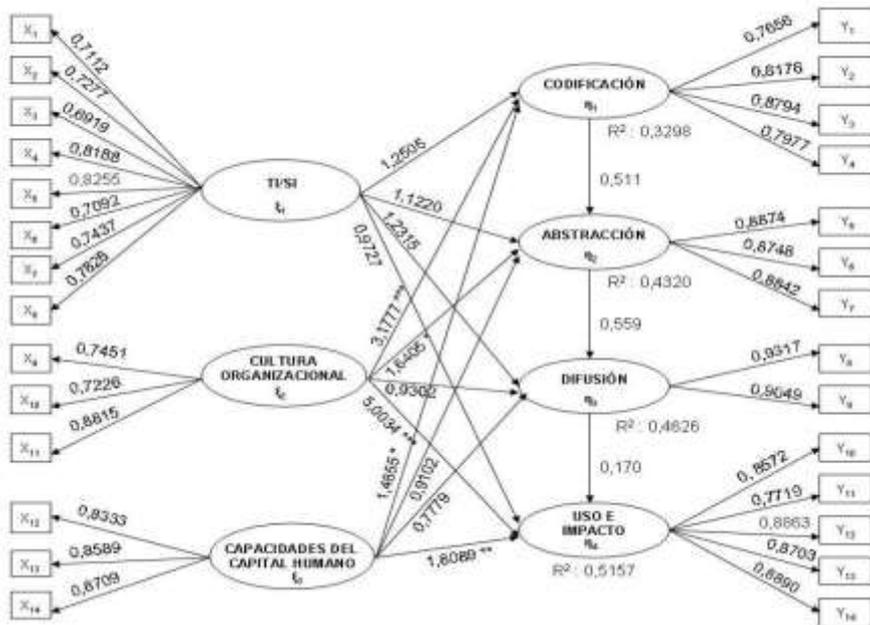


Figura No.5: Resultados obtenidos del Modelo Estructural con el PLS Graph 3.0

En lo referente al modelo de medida, se comprobó la *fiabilidad individual*, tanto para las variables endógenas como para las exógenas. En la Figura No.5 puede apreciarse que los valores arrojados por el paquete estadístico PLS Graph para cada indicador, están por encima del valor indicado o muy cercano a 0,707. Asimismo, fue comprobada la *Consistencia Interna* de los constructos. La Tabla No. 2, muestra los valores del cálculo de la fiabilidad compuesta, donde todas las variables involucradas en el estudio superan el valor esperado. De igual forma, la misma tabla, presenta el *Análisis de la Varianza Extraída* (AVE) donde se aprecia que los valores son superiores a 0,50 y se demuestra la *Validez Discriminante*, la varianza extraída media (AVE) para un constructo, es mayor que la varianza que dicho constructo comparte con los otros constructos del modelo.

Por otro lado, en lo que respecta al modelo estructural, puede apreciarse en la Tabla No. 3, valores cercanos al 50% de  $R^2$  (*Varianza explicada de las variables*) junto a valores de alta comunalidad y baja redundancia, los que favorecen la consistencia del modelo.

Tabla No.2: Resumen de valores de Consistencia Interna, Varianza Extraída (AVE) y Validez Discriminante.

	Fiabilidad compuesta	AVE	TISI	Cultura organizacional	Capacidad capital humano	Codificación	Abstracción	Difusión	Uso
TISI	0,914	0,572	<b>(0,756)</b>						
Cultura organizacional	0,828	0,618	0,502	<b>(0,786)</b>					
Capacidad capital humano	0,890	0,730	0,402	0,323	<b>(0,854)</b>				
Codificación	0,888	0,666	0,425	0,503	0,392	<b>(0,816)</b>			
Abstracción	0,913	0,778	0,396	0,472	0,215	0,619	<b>(0,882)</b>		
Difusión	0,915	0,843	0,392	0,428	0,123	0,417	0,654	<b>(0,918)</b>	
Uso	0,932	0,733	0,479	0,665	0,399	0,656	0,656	0,437	<b>(0,854)</b>

Por otro lado, los Pesos de Regresión Estandarizados ( $\beta$ ): que indican la fuerza relativa de las relaciones estadísticas, se obtiene básicamente a través de Bootstrap (valores t). Los coeficientes de los caminos (path, en inglés), y por extensión, las hipótesis planteadas que serán aceptadas serán aquellas que sean significativas.

Tabla No.3: Validez explicadas de las variables latentes endógenas

Variables Endógenas	R <sup>2</sup>	Comunalidad	Redundancia
Codificación	0,3298	0,6661	0,2197
Abstracción	0,4320	0,7782	0,3361
Difusión	0,4629	0,8435	0,3904
Uso	0,5157	0,7327	0,3779

Para ello, es necesario seleccionar los valores críticos para la t de Student. De esta forma, para n=83 muestras: \*p < 0,05; \*\*p < 0,01; \*\*\*p < 0,005, basado en una distribución t (82) de Student de una cola:

$$t(0.05, 82) = 1,291961 \quad t(0.01, 82) = 1,663648 \quad t(0.005, 82) = 2,637134$$

Los valores obtenidos de las relaciones estructurales, señalando su respectiva significación se muestran en la Figura No. 5. El análisis de los coeficientes de las relaciones estructurales presentes en el modelo, se determinó a través de la comparación de los resultados obtenidos de la tabla T-estadística, arrojada por la técnica no paramétrica de remuestreo bootstrap, presente en PLS Graph, con los valores t obtenidos de la tabla de distribución t de Student para una cola y con 82 grados de libertad.

De forma complementaria se midió la relevancia predictiva del modelo. Siguiendo un procedimiento blindfolding a través del Test Stone-Geisser ( $Q^2$ ), todos los valores fueron mayores a 0, tomando como base la forma de predic-

ción Cross-validated redundancy. Asimismo, el *Criterio de la Bondad de Ajuste* obtenido fue: **0,57**, quedando demostrada, tanto la calidad del modelo de medida como la calidad del modelo estructural. El valor obtenido debe estar entre 0 y 1, mientras más alto sea este valor mejor la calidad del modelo.

### **Análisis de Conglomerados: Estimación del nivel de madurez de las capacidades para la gestión del capital intelectual.**

Con el fin de complementar la segunda parte del modelo, se procedió a la estimación del nivel de madurez de las capacidades de las empresas que conforman la muestra. Este proceso, se basó en la comparación de los datos obtenidos de la aplicación de la técnica de conglomerados sobre el instrumento de estimación de niveles de madurez propuesto en este estudio.

*Aplicación del Método de K-medias:* Este método asume que entre los individuos se puede establecer una distancia euclidiana. El procedimiento de agrupamientos consistió en particionar el conjunto de 83 empresas en 4 grupos (relacionados con los niveles de madurez definidos en este trabajo). Una vez obtenidos los resultados arrojados por el análisis de conglomerados y después de su comparación con rangos predefinidos por el patrón de estimación para los niveles de madurez (Tabla No.4), se obtuvo la caracterización para cada conglomerado (Tabla No.5).

Los resultados obtenidos indican que 36 empresas (43% de las empresas encuestadas) se sitúan en el Conglomerado No.1 y presentan alta capacidad instalada de TI/SI, una arraigada Cultura Organizacional y catalogan sus capacidades de gestión de conocimiento organizacional entre los niveles más altos (*Infoestructural e Infocultural*), a excepción del proceso de Abstracción (*nivel Infraestructural*). Por otro lado, 32 empresas (39% de las empresas encuestadas) se agrupan en el Conglomerado No. 2 y presentan un desarrollo muy alto (*nivel Infocultural*) en todas sus capacidades. Mientras que, 4 empresas (5% de las empresas encuestadas) pertenecen al Conglomerado No. 3 y presentan una capacidad instalada de TI/SI a un nivel muy bajo (*nivel Humano*), con características *Infraestructurales* (niveles medios de desarrollo) en todas sus capacidades de gestión de conocimiento organizacional, pero con altos niveles de arraigo de una Cultura Organizacional y Capacidades del Capital Humano (*nivel infoestructural*). Por último, 11 empresas (13% de

la muestra), ubicadas en el Conglomerado No. 4 presentan básicamente características *Infoestructurales* en su capacidad instalada de TI/SI, Cultura Organizacional y Capital Humano, mientras que todas sus capacidades de gestión de conocimiento organizacional se encuentran en un nivel intermedio de desarrollo (*Infraestructural*).

De todo esto podemos concluir que 68 empresas (82% del total de empresas encuestadas), reportan de alguna forma altos niveles de desarrollo (madurez) en sus capacidades para gestionar conocimiento organizacional (aspectos situados entre los niveles *infoestructural* e *infocultural*) y una alta capacidad instalada de TI/SI, con una Cultura Organizacional orientada a la gestión del conocimiento muy arraigada y gran capacidad de su Capital Humano; mientras que el 18% restante, representado por 15 empresas, reportan un desarrollo bajo o medio en dichas capacidades.

Tabla No.4: Rangos de los niveles de madurez relacionado.

Capacidades Organizacionales	Rangos de la escala de madurez			
	Humano	Infraestructural	Infoestructural	Infocultural
TI/SI	10 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50
Cultura Organizacional	3 - 5	6 - 8	9 - 11	12 - 15
Capital Humano	3 - 5	6 - 8	9 - 11	12 - 15
Codificación	4 - 7	8 - 11	12 - 15	16 - 20
Abstracción	3 - 5	6 - 8	9 - 11	12 - 15
Difusión	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 10
Uso e Impacto	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 25

Tabla No.5: Caracterización de los niveles de madurez obtenidos para cada conglomerado.

Capacidades organizacionales	Conglomerados			
	1 38 empresas	2 32 empresas	3 4 empresas	4 11 empresas
TI/SI	Infoestructural	Infocultural	Humano	Infoestructural
Cultura Organizacional	Infoestructural	Infocultural	Infoestructural	Infoestructural
Capital Humano	Infocultural	Infocultural	Infoestructural	Infoestructural
Codificación	Infocultural	Infocultural	Infraestructural	Infraestructural
Abstracción	Infraestructural	Infocultural	Infraestructural	Infraestructural
Difusión	Infoestructural	Infocultural	Infraestructural	Infraestructural
Uso e Impacto	Infoestructural	Infocultural	Infraestructural	Infraestructural

### Verificación de las hipótesis del estudio

Una vez validada la fiabilidad y consistencia estructural del modelo propuesto, el paso a seguir es el análisis de las relaciones hipotéticas entre los constructos. Para ello es necesario recordar que los resultados estimados en el análisis de conglomerados muestran que aproximadamente un 82% de las pymes encuestadas reportan altos niveles de madurez en sus capacidades para gestionar capital intelectual, ya que presentan un alto desarrollo de sus capacidades de gestión de conocimiento organizacional, así como una alta capacidad instalada de TI/SI y una arraigada Cultura combinada con altas capacidades del Capital Humano.

Por lo tanto, para este caso, en la sub-hipótesis **HI** se ajusta la relación de proporcionalidad, quedando de esta forma: *el nivel de desarrollo de las capacidades para gestionar conocimiento organizacional en la pyme es alto, cuando el tipo de relación que se presenta entre los procesos de codificación, abstracción, difusión y uso del conocimiento es positiva y significativa.*

Al observar los resultados presentados en la Figura No. 5 se tiene que *la codificación influye positiva y significativamente sobre la abstracción, que la abstracción influye positiva y significativamente sobre la difusión y que la*

*difusión influye positiva y significativamente sobre el uso del conocimiento.* Por lo tanto, todas las relaciones son positivas y significativas, lo que nos lleva a concluir que **HI** es válida.

Una vez comprobada la validez de la hipótesis **HI**, fue necesario comprobar si el desarrollo de estas capacidades fueron producto de la influencia de las TI/SI, la cultura organizacional y las capacidades del capital humano (**H2**). Para ello, fue indispensable corroborar que *las TI/SI, la cultura organizacional y las capacidades del capital humano influyen, en conjunto, de forma positiva y significativa sobre la codificación, la abstracción, la difusión y sobre el uso del conocimiento, respectivamente.*

Retomando los valores de la Figura No. 5, se aprecia que las TI/SI influyen de forma positiva pero no significativamente sobre las capacidades para gestionar conocimiento organizacional (hipótesis no válidas). Por otro lado, la cultura organizacional influye de forma positiva y significativa sobre la codificación, abstracción y uso del conocimiento (hipótesis válidas). Sin embargo, esta relación es positiva pero no significativa con la difusión de dicho conocimiento (hipótesis no válida). Y por último, las capacidades del capital humano influyen de forma positiva y significativa sobre la codificación y el uso (hipótesis válidas), mientras que se relaciona de forma no significativa sobre la abstracción y la difusión (hipótesis no válidas).

De estos resultados, se deduce que la influencia que, en conjunto, ejercen los parámetros estudiados sobre las capacidades de gestionar conocimiento organizacional, no es significativa para todos los procesos; lo que tiene como consecuencia que la hipótesis **H2** no sea válida. Por lo tanto, podemos concluir que el tipo de relación que se presenta entre los procesos de codificación, abstracción, difusión y uso del conocimiento, no depende ni directa ni proporcionalmente de la influencia que sobre ellos en conjunto ejercen las TI/SI, la cultura organizacional y las capacidades del capital humano.

## CONCLUSIONES

La utilidad del modelo de ecuaciones estructuradas en la investigación social radica en el aporte de una visión global e integrada del fenómeno en estudio, aspecto que no puede manejarse con otro tipo de herramientas estadís-

ticas que se centran en el análisis individual de cada factor. Este método permite reducir la cantidad de información que se debe analizar, ya que agrupa las múltiples relaciones entre pocos factores.

Su función se orienta más a facilitar el análisis de una situación o fenómeno en particular, que al de estrictamente corroborar las relaciones causales entre distintas variables, pudiéndose usar tanto de forma confirmatoria como exploratoria y aunque para ello se disponen de diversas aplicaciones informáticas, como: EQS, LISREL, AMOS, el uso del PLS Graph resultó ser de gran utilidad, ya que debido a su carácter flexible, permite el planteamiento y validación de hipótesis que se derivan de una teoría en la que no se conocen todas las variables relevantes, donde las relaciones entre los constructos teóricos y sus manifestaciones son vagas, con relaciones entre los constructos que pueden estar basadas en conjeturas, donde los datos pueden ser no muy abundantes y provenir de distribuciones no conocidas y puede emplearse en diseño de investigación no experimental.

Tales aspectos pueden demostrarse en el modelo desarrollado como ejemplo, donde queda establecidos suficientemente parámetros como consistencia, fiabilidad y poder de predicción, para la estimación de resultados que contribuyan a profundizar el estudio de las pymes en un contexto socio-técnico de gestión de conocimiento tal como se planteó en nuestro estudio.

Bajo esta técnica, se demostró que los indicadores que miden a las variables, tanto endógenas como exógenas poseen un alto grado de fiabilidad, lo que le otorga una alta consistencia interna a los constructos presentados en el modelo propuesto, en el marco de un análisis exploratorio. Es decir, tanto el modelo de medida, como el modelo estructural teóricamente están suficientemente sustentados para soportar nuestras hipótesis, quedando demostrado que la aplicabilidad de la técnica es totalmente factible y de gran utilidad en el estudio de fenómenos sociales.

## REFERENCIAS

- Bontis, N. (1998). Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models. *Management Decision*, 36, 63.
- Bontis, N. (2002). Intellectual capital ROI: A casual map of Human capital antecedents and consequents. *Journal of Intellectual Capital*, 3,3, 223.

- Brooking, A. (1996). *Intellectual Capital* (1ªed ed.). London.
- Chin, W., Marcolin, B., y Newsted, P. (2003). A Partial Least Square Latent Variable modeling Approach for Measuring Interaction Effects: Results from A Monte Carlo Simulation Study and a Electronic-Mail Emotion / Adoption Study. *Information Systems Research*, 14,2, 29.
- Edvinsson, L., y Malone, M. (1998). *El Capital Intelectual*. Colombia: Editorial Norma.
- Ehms, K., y Langen, M. (2002). *Holistic Development of Knowledge Management with KMMM* [Electronic Version]. *Knowledge Management & Business Transformation*, 8. Recuperado 31/03/2009
- Fornell, C., y Larcker, D. (1981). Evaluation structural equation models with unobservable variables and measurement Error. *JMR Journal of Marketing Research*, Feb(18), 12.
- Gupta, O., y Roos, G. (2001). Mergers and acquisitions through an intellectual capital perspective. *Journal of Intellectual Capital*, 2,3, 297.
- Kaplan, R., y Norton, D. (1996). Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. *Harvard Business Review*, 75-85
- Llisterry, J., y Angelelli, P. (2002). *Guía Operativa para programas de Competitividad para la Pequeña y Mediana Empresa* Washington: Banco Interamericano de Desarrollo. División de Micro, Pequeña y Mediana Empresa
- Roldán, J., y Cepeda, G. (2007). *Seminario Básico de Partial Least Squares (PLS) para investigadores en ciencias sociales*. Departamento de Administración de Empresas y Marketing, Universidad de Sevilla. Valencia, España
- Sveiby, K. (1998). *Measuring Intangibles and Intellectual Caapital - An Emerging First Standard* [Electronic Version] Desde: [www.Sveiby.com/thelibrary/intangiblesassets/](http://www.Sveiby.com/thelibrary/intangiblesassets/).

- Tay Pey, L. (2009). Wikis as a Knowledge management tool. *Journal of Knowledge Management*, 13(4), 64-74.
- Wynne Chin, W(1998). Los mínimos cuadrados parciales se acercan al modelo de ecuaciones estructurales. *Los métodos modernos para la investigación de las empresas* , 295 (2), 295-336.
- Yu, A., y Humphreys, P. (2008). Intellectual Capital and Support for Collaborative Decision Making in Small and Medium Enterprises. *JDS - Learning from Case Studies - Lavoisier, Paris*, 17, 41 a 61.