

Ciencia en el estado Falcón: un estudio holístico con base en el modelo de Bagozzi y Phillips

Science at Falcon state: a holistic study based on Bagozzi and Phillips

Luis Piña¹

Emily Chirinos²

Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero, Falcón, Venezuela¹

Universidad del Zulia, Núcleo Punto Fijo, Falcón, Venezuela²

luispinalopez@gmail.com¹

ingenieroemily23@gmail.com²

Fecha de recepción: 29/12/2020

Fecha de aceptación: 24/08/2021

Pág: 11 – 30

Resumen

La presente investigación trató sobre un estudio comparativo-modelar que usó la perspectiva holística de Bagozzi y Phillips para cotejar aspectos de la ciencia en el estado Falcón, con la intención de evidenciar las relaciones entre varios factores que promueven el desarrollo científico asociado a dos unidades de análisis (asimilación y aprehensión), que se reconocen en dos tipos de actores: docentes universitarios (investigadores), y tecnólogos populares y artesanos (innovadores). Con uso de procedimientos para el análisis exploratorio y confirmatorio, se apoyó en dos programas informáticos: SPSS para el manejo estadístico, y LISREL para el modelaje de ecuaciones estructurales. Se obtuvo como resultado que en dichas variables pueden presentarse 4 ó 5 factores para la primera, y 3 ó 4 factores para la segunda. La malla relacional teórica ubicó a estos elementos, y su cotejo reafirmó las hipótesis: h_1 : Los investigadores disponen de capacidad de asimilación desaprovechada por instituciones; h_2 : Los investigadores cuentan con un alto interés racional para formular trabajos de investigación; h_3 : En tecnólogos populares, la aprehensión a la práctica es más acelerado que a la teoría; y h_4 : Los tecnólogos populares resuelven problemas cotidianos.

Palabras clave: Ciencia, ecuaciones estructurales, modelo, relaciones.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

The present research dealt with a comparative-modeling study that used the holistic perspective of Bagozzi and Phillips to compare aspects of science at the Falcón state, with the intention of showing the relationships between several factors that promote scientific development associated with two units of analysis (assimilation and apprehension), which are recognized in two types of actors: university professors (researchers), and popular technologists and artisans (innovators). Using procedures for exploratory and confirmatory analysis, it relied on two computer programs: SPSS for statistical management, and LISREL for modeling structural equations. It was obtained as a result that in these variables four or five factors can be presented for the first, and three or four factors for the second. The theoretical relational mesh located these elements, and their collation reaffirmed the hypotheses: h_1 : Researchers have a capacity for assimilation that was not used by institutions; h_2 : Researchers have a high rational interest in formulating research papers; h_3 : In popular technologists, apprehension to practice is faster than to theory; and h_4 : Popular technologists solve everyday problems.

Key words: Science, structural equations, model, relations.

Introducción

Al pretender estudiar a la ciencia falconiana como fenómeno social, es posible que buena parte de sus unidades de análisis resulten predictoras de la respuesta de interés como reflejo de un factor subyacente. Dicha complejidad puede ser tratada con un modelo de ecuaciones estructurales, por cuanto su sistematización permite ordenar varias de aquellas unidades (variables observadas y latentes), que al ser combinadas en esquemas teóricos previos permiten esclarecer las diversas relaciones intrínsecas (causa-efecto).

A expensas de esta investigación, los constructos corresponden con el desarrollo, en torno a cómo la asimilación y la aprehensión del conocimiento surge en investigadores e innovadores, entendiendo que los primeros corresponden con el personal docente de las Instituciones de Educación Universitaria (IEU) y los segundos con tecnólogos populares y artesanos, acreditados en el Programa de Estímulo a la Innovación e Investigación (PEII) del Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ONCTI), Fundacite Falcón, o de acreditaciones similares emitidas por otras entidades reconocidas.

Como aspecto inherente de la “modelización” mediante ecuaciones estructurales, ésta representa una secuenciación matemático-estadística que posibilita estudiar una determinada situación, como es el caso de la ciencia regional, teniendo en cuenta una estructura de covarianzas derivada de asociaciones entre tales variables, otorgándole a las teorías del área

de aplicación la máxima importancia, ya que de allí surgen los planteamientos y la validación de hipótesis. Como ha sido frecuente el uso de programas informáticos en los últimos años, se ha elegido LISREL, creado por Jöreskog (1970), dada su gran versatilidad para el procesamiento a los fines de comprobar un “modelaje” en ecuaciones estructurales, esto es, estimación de parámetros y contraste de validez de las medidas de bondad de ajuste del modelo teórico a los datos muestrales y su correspondencia con los datos empíricos, tal como lo intenta explicar Guárdia (2016). De allí es posible sostener, que la modelación con empleo de ecuaciones estructurales es un procedimiento apropiado para el estudio racional-explicativo del origen o consecución real de la ciencia, en el contexto del desarrollo socio-económico, tecnológico, de innovación, y también educativo; no obstante, el campo empírico de donde se ha proveído pudiere ser reconsiderado a futuro, ya que se trató de una ejercitación muy aproximada de la realidad, con algunos vestigios en apego a Giraldo (2009). También, se aplicó SPSS en cálculos estadísticos descriptivos.

Descripción del objeto de estudio

Existe una íntima asociación entre ciencia y teoría, ya que para muchos la ciencia consiste en la creación de teorías. En función de esto, se deriva una connotación racional. La ciencia comparte la acción constructiva de la teorización y al mismo tiempo la teoría es un producto que sirve de vehículo para nuevas fuentes de creación, sucesivas y aplicadas en el marco del desarrollo. Ya que el término teoría es altamente polisémico, puede afirmarse que es un conjunto de constructos o conceptos interrelacionados de definiciones que comparten una visión sistemática de los fenómenos, al especificar las relaciones entre variables con la intención de explicar, como lo sugieren Kerlinger y Lee (2002).

Se tiene entonces, que ciencia y teoría conforman un binomio de lazos complejos que conllevan algunos criterios dentro de un estudio racionalista: a las “variables” puede catalogárseles como “unidades de análisis”, y a las “categorías” preferiblemente como “clases”. Esto como forma de distinción, ya que su diferenciación obedece al enfoque epistemológico (EE) racional-deductivo de la presente disertación, lo cual es descrito por Padrón (2001). Pero bien, ¿a quiénes investigar, qué hay que investigar y dónde ha de ser investigada la ciencia?; Ya que se trata de aportes para su avance (¿avance de qué?), se ha enfocado a los docentes-investigadores que hacen vida académica en las IEU, pero al mismo tiempo existen otros personajes que no laboran formalmente en las universidades y que cuentan con interesantes trabajos de aplicación del conocimiento, aprendido en sus propios entornos autóctonos: estos son los tecnólogos populares.

Casi siempre, los investigadores corresponden con ser docentes universitarios, sin embargo, hay otras instituciones (de investigación) de origen no universitario (INU) cuyo trabajo ha sido concebido para diversas áreas de apoyo social en la gestión gubernamental. En líneas generales, los “investigadores” estarán representados por los docentes universitarios, y a los tecnólogos

populares se les asociará como “innovadores”: una categorización adoptada del Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ONCTI). En sí, el término innovador puede estar sujeto a la interpretación variada por arrojar variados grupos heterogéneos, por lo que es justo precisar que para efectos de esta investigación se trata únicamente de tecnólogos populares, y también artesanos. En cuanto a la forma de hacer ciencia, tal concepción se asocia con las teorías del aprendizaje, más aún al tratarse de aportes en los múltiples campos de la ciencia, tecnología e innovación (CTI).

Por esto, el término hacer puede ser apreciado a través del paradigma constructivista dada su acción creadora (entendiendo que existen nuevas variaciones del constructivismo), pero más bien, interesa lo que clásicamente se concibe como constructivismo humano para el estudio de esquemas de aprendizaje en investigadores, así como el constructivismo social para estudiar a los innovadores. Dado que el constructivismo tiene bases originarias en Bruner (1999), se eligieron las ideas de Novak (1988), en cuanto al constructivismo humano: aprendizaje significativo y mapas conceptuales; y de Vygotsky (1979), para el constructivismo social: interacción entre aprendizaje y desarrollo.

Además, interesaron dos unidades de análisis: la “asimilación” y la “aprehensión”; reconocidas a partir de los trabajos de Ausubel y Fitzgerald (1961), y Ausubel (1962); conocidas como *subsumption theory*, en los términos de Kearsley (23 de agosto de 2021). Debido a que en investigadores se ha convenido estudiar la asimilación del conocimiento desde la óptica del constructivismo humano, y en innovadores la aprehensión de saberes desde la perspectiva del constructivismo social. Para los investigadores la asimilación constituye una fase más racional durante las etapas de aplicación teórica, mientras que en los innovadores la aprehensión de saberes justifica la insistencia en su afán por las ideas prácticas en su propia forma de experimentar y adquirir aprendizajes validados por medio de la interacción social. En más de las intencionalidades de este trabajo, el trasfondo giró en torno a las posibilidades que brindan dichas unidades de análisis al desarrollo de la región falcónica, por lo que se presumió que CTI contribuye a su crecimiento.

Motivado al enfoque racionalista tratante, los mecanismos de producción y validación estarán dados por la razón, y la deducción constituye el método viabilizador. El sistema de operaciones estará regido por las modelaciones lógico-formales, las abstracciones matemáticas y el razonamiento en cadena; en palabras más firmes, el modelaje a través de ecuaciones estructurales será el medio transportador para validar las hipótesis que se crean a partir de las teorías en un contexto analítico multivariante de datos. Se trata de explicar, no de predecir; o sea: conociendo qué ha ocurrido se expresan conjuntos de enunciados y luego otros conjuntos conexos, como lo señala Giraldo (2009).

Se tiene entonces, que el objetivo aquí es el de presentar un modelo de relaciones basado en ecuaciones estructurales para la determinación de factores promotores del desarrollo de la

ciencia en el estado Falcón, valiéndose de:

1. Formular un modelo de medida que represente las relaciones (teórica y empírica), entre los indicadores de medida y sus correspondientes constructos de la ciencia en Falcón,
2. Desarrollar un modelo estructural que especifique las relaciones de correspondencia entre unidades de análisis asociadas a la ciencia falconiana, y
3. Conformar un sistema de ecuaciones estructurales con base en el análisis factorial que permita plantear correlaciones entre tales unidades de análisis.

Fundamentación teórica

En el modelaje estadístico, casi la totalidad de técnicas multivariantes explicativas (o de dependencia), permiten evaluar de qué manera se presenta una relación entre dos conjuntos de variables (unidades de análisis). Sin embargo, en las situaciones donde se ha requerido analizar varias relaciones, las ecuaciones estructurales son una alternativa perfectamente viable. Según Rodríguez y Closas (2013), se conforman de dos técnicas: el análisis factorial confirmatorio y las estructuras de covarianza.

Tal como lo expresa Guàrdia (2016), una aplicación típica de ecuaciones estructurales se basa en las fases de: especificación, identificación, estimación, verificación-ajuste, e interpretación. El modelo habitual que se usó (como modelo general), fue el siguiente:

$$\eta = \beta\eta + \Gamma\varepsilon + \zeta \quad (1)$$

$$x = \Lambda_x\varepsilon + \delta \quad (2)$$

$$y = \Lambda_y\eta + \epsilon \quad (3)$$

Donde: “ η ” es el vector de variables endógenas latentes, “ β ” la matriz de efectos entre variables latentes, “ Γ ” la matriz de efectos entre variables endógenas y exógenas (ambas latentes), “ ε ” el vector de variables exógenas latentes, “ ζ ” el vector de residuales por cada variable endógena latente, “ x ” el vector de variables exógenas observables, “ Λ_x ” la matriz de cargas factoriales exógenas, “ δ ” el vector de error de medida por cada exógena observable, “ y ” vector de variables endógenas observables, “ Λ_y ” la matriz de cargas factoriales endógenas, y “ ϵ ” el vector de error de medida asociado a cada endógena observable. También, la modelización ha de requerir alrededor de ocho matrices fundamentales, grados de libertad, estimación de parámetros e índices de ajuste. Tales pasos son el producto evolutivo de facilidades a raíz de los aportes de Jöreskog (1970), como la aparición del programa LISREL.

Como parte del ordenamiento, se emplea una malla relacional teórica, que es una representación gráfica, tipo red, la cual muestra conceptos teóricos, derivados y empíricos, al igual que hipótesis mediante nodos y líneas; y surge a la luz del campo observacional del investigador sujeto por las reglas de interpretación de las relaciones. Como conceptos teóricos se entienden aquellos propios de las teorías, leyes o teoremas asociados, y los conceptos derivados se obtienen como resultado de la paráfrasis de conceptos teóricos, tal como puede apreciarse en Bagozzi y Phillips (1982).

Los conceptos empíricos vendrían a ser la relación de los anteriores conceptos (teóricos y derivados), con las definiciones teóricas y reglas de correspondencia, al margen de las definiciones empíricas y justo antes del campo observacional. En esta instancia, los tipos de relaciones corresponden a cuatro tipos: hipótesis no observables, definiciones teóricas, reglas de correspondencia, y definiciones empíricas. Las primeras pueden referir a leyes teóricas, axiomas, proposiciones no observables o supuestos. Las segundas se consiguen por descomposición: un concepto como sinónimo de otro. Las reglas definen un modelo de indicador causal, mediante la expresión de una relación entre conceptos teóricos o derivados, y empíricos. Por último, las definiciones empíricas constituyen la relación que legitima un concepto empírico: igualación con eventos físicos del mundo de la vivencia experiencial de los sentidos, lo que a su vez, permite el surgimiento de indicadores.

Ocurre luego, un fenómeno de combinación: los ítems a ser usados en los instrumentos de recolección emergen por la interrelación de los indicadores obtenidos a través de los conceptos empíricos, según Chirinos (2016). Por otra parte, el análisis factorial exploratorio (AFE) es utilizado para la búsqueda de patrones de relaciones entre los indicadores, desde las mediciones empíricas hacia la definición del constructo. A su vez, el análisis factorial confirmatorio (AFC), se usa para examinar la “no existencia” de patrones de relaciones entre los indicadores; igualmente, iniciando por las mediciones empíricas hasta la definición del constructo. A todo esto, conviene enunciar la construcción holística que realizaron Bagozzi y Phillips (1982). Al respecto, su sistematización ayuda a la representación teórica y empírica de conceptos, hipótesis no observables y reglas de correspondencia, a través de la “modelización del error” obtenido de la “medición” de conceptos teóricos y el control de las fuentes de error por evaluación de hipótesis; extensiva a la perspectiva de Hempel (1952). En este sentido, existe un cúmulo de teorías asociadas al aprendizaje que, a juicio de Kearsley (23 de agosto de 2021), suman alrededor de cincuenta y tres (53) de estas.

Sin embargo, las que más se ajustaron a esta intencionalidad convergen de la siguiente forma: en cuanto a los “Investigadores”: Teorías del aprendizaje, Teoría de la asimilación, Teoría constructivista, Teoría de los mapas conceptuales y Constructivismo humano; y para los “Innovadores”: Teorías del aprendizaje, Teoría de la asimilación, Teoría constructivista, Teorías de: aprendizaje experiencial / aprendizaje situado, Teoría del desarrollo social y Constructivismo social (Figura 1).

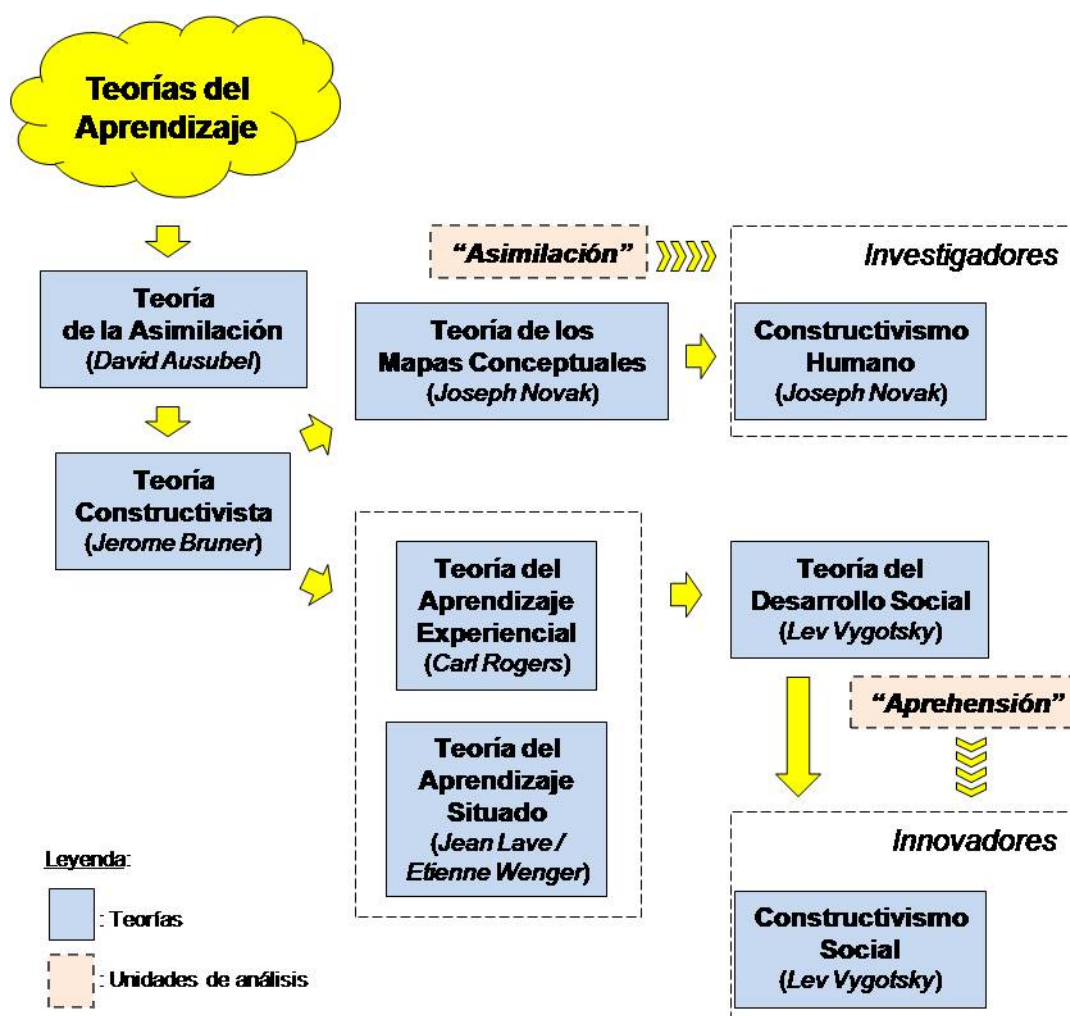


Figura 1: Teorías asociadas a las unidades de análisis.

Fuente: Elaboración propia (2020).

Metodología

Se parte de que esta investigación es de enfoque epistemológico racional-deductivo, como lo señala Padrón (2001), con perspectiva kuhniana, catalogada como otros la llaman teoricista, deductivista, o más aún, holística. Requirió de la revisión teórico-documental para la construcción del objeto de estudio, incluyendo el tratado de unidades de análisis sobre: asimilación y aprehensión, asociadas a los investigadores e innovadores falconianos en razón de las teorías constructivistas del aprendizaje.

Además, aborda planteamientos de Bagozzi y Phillips (1982), para establecer correspondencias entre conceptos, ecuaciones estructurales y la conformación de una malla

teórica relacional. Por tanto, los cimientos se erigen desde la visión ortodoxa de Hempel (1952), aunado al manejo de dichas ecuaciones de acuerdo a Jöreskog (1970), y apoyándose en el patrón aplicativo del LISREL hasta generar los respectivos diagramas de trayectoria. En tanto, la malla teórica relacional integró conceptos teóricos, derivados y empíricos, relaciones entre hipótesis no observables, definiciones teóricas, reglas de correspondencia y definiciones empíricas; seguidamente, validez convergente y divergente a través del análisis factorial (exploratorio y confirmatorio), para después proceder a la aplicación informática.

Modelaje estructural

La construcción de la malla teórica relacional requirió, además de las teorías sobre constructivismo humano y constructivismo social, la emisión de las hipótesis iniciales que se describen a continuación (las dos primeras en cuanto a Investigadores y las últimas con respecto a los Innovadores):

- h_1 : Los investigadores disponen de capacidad de asimilación desaprovechada por las instituciones.
- h_2 : Los investigadores cuentan con un marcado interés racional para elaborar trabajos de investigación,
- h_3 : En tecnólogos populares y artesanos la aprehensión del conocimiento práctico ocurre de una forma más acelerada respecto a la aprehensión de la teoría.
- h_4 : Los tecnólogos populares y artesanos resuelven problemas cotidianos dados su capacidad de aprehensión.

Siendo Asimilación y Aprehensión del conocimiento las unidades de análisis, se procedió a ilustrar y redactar las estructuras semánticas de los conceptos teóricos, derivados y empíricos (abreviadamente: TDE), conservando el sentido dentro del nivel de cada aseveración y la asociación teórica que le antecede. Para cada concepto empírico se colocó un indicador e ítem respectivo asociado a dos instrumentos de recolección de datos (para Investigadores e Innovadores, respectivamente), con escalamiento *Likert*, y sobre la base de criterios sobre cuestionarios multivariados de Kerlinger y Lee (2002). Adicionalmente, fueron creadas las “reglas de correspondencia” entre los conceptos derivados y empíricos, como modelo de indicador causal.

Éste plantea que la existencia de un concepto (teórico o derivado), implica la ocurrencia de uno o más eventos observables ligados a este concepto. Tales eventos observables suministran evidencias a los conceptos como antecedentes. La relación se da sobre la base de la función: $Tx \rightarrow [O(x) \rightarrow R(x)]$, la cual funciona como un condicional simple causal de acuerdo a Chirinos (2016). Con esta información, se graficó el flujo entre las unidades de análisis e hipótesis no

observables (Figura 2), permitiendo redefinirlas ajustando su sentido semántico por precedencia. Se reformularon los conceptos teóricos con tales hipótesis, y se creó una malla teórica relacional inicial mediante dendograma simple horizontal (Figura 3):

1. Asimilación: Es un proceso de adición de nuevos conceptos con diferenciación progresiva de los existentes, el cual incluye aprendizaje supraordenado y nuevas e importantes reconciliaciones integradoras entre estructuras conceptuales.
2. Aprehensión: Consiste en la internalización de instrumentos culturales que tienen origen en el lenguaje como parte del desarrollo humano, mediante un proceso transformacional transmitido a través de la interacción social hacia la individual.

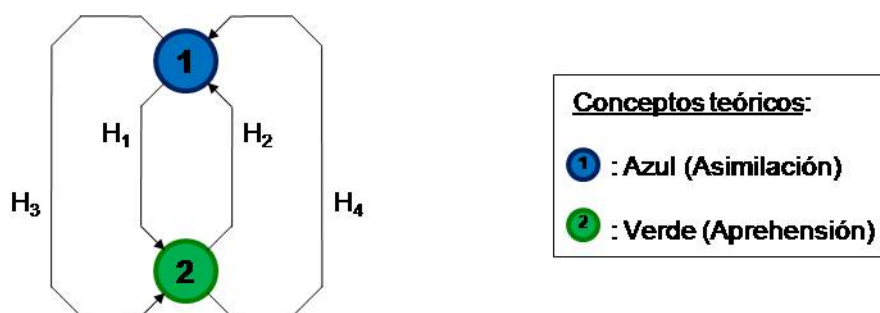


Figura 2: Grafismo entre unidades de análisis e hipótesis no observables.
 Fuente: Elaboración propia (2020).

- H_1 : Los investigadores disponen de capacidad de asimilación desaprovechada por instituciones aprehensoras del conocimiento [1-2].
- H_2 : Los investigadores cuentan con un alto interés racional para formular trabajos de investigación que surgen del contexto [2-1].
- H_3 : En tecnólogos populares y artesanos la aprehensión al conocimiento práctico es más acelerado que la teoría [1-2].
- H_4 : Los tecnólogos populares y artesanos resuelven problemas cotidianos dados su capacidad de aprehensión superior [2-1].

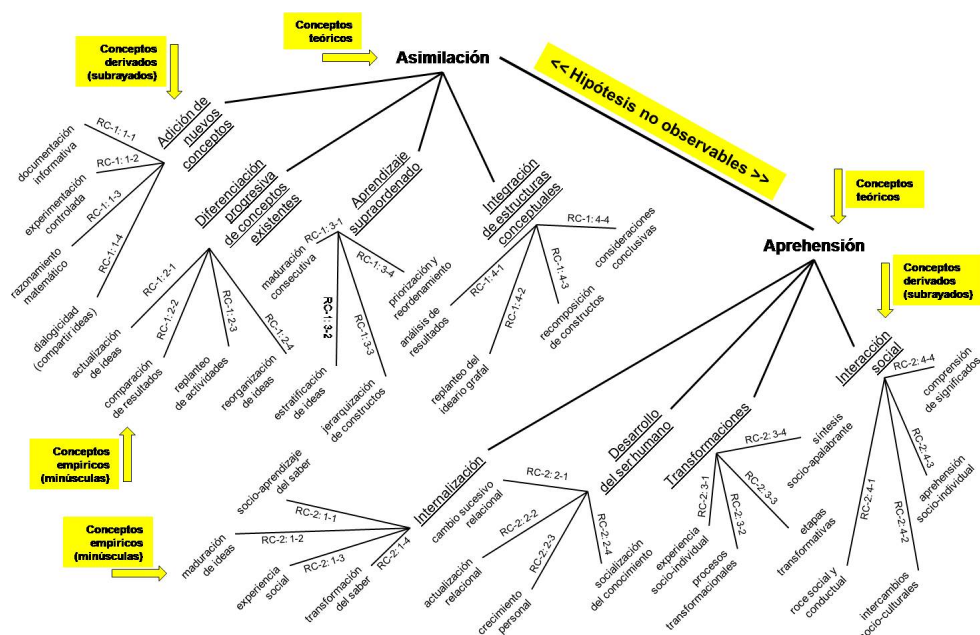


Figura 3: Malla teórica relacional inicial. Nota: RC: Reglas de correspondencia.

Fuente: Elaboración propia (2020).

En atención a lo propuesto por Hempel (1952), con respecto a la malla teórica relacional y también a Bagozzi y Phillips (1982); las variables (Asimilación - Aprehensión), están separadas por las hipótesis no observables, y como parte de tales variables co-existen sus conceptos teóricos. A su vez, bajo estos conceptos teóricos acerca de Asimilación y Aprehensión, se encuentran los conceptos derivados (para Asimilación: Adición de nuevos conceptos, Diferenciación progresiva de conceptos existentes, Aprendizaje supraordenado e Integración de estructuras conceptuales; en Aprehensión: Internalización, Desarrollo del ser humano, Transformaciones e Interacción social). Inmediatamente, existen reglas de correspondencia denotadas mediante siglas visibles sobre líneas (RC-1: 1-1, RC-1: 1-2, etc.), para finalizar con la descripción de conceptos empíricos. Todo correspondió a una relación de conceptos teóricos, derivados y empíricos (TDE) que a su vez conforman dicha malla.

La población comprendida de investigadores e innovadores que se consideró manejar en Falcón fue de cien (100) sujetos, respectivamente (es también, el mínimo de datos exigido por LISREL), en tanto, se trató de una población intencional (no de una muestra calculada); con un cúmulo variado de profesores-investigadores de IEU ubicados en el eje de los municipios Miranda - Carirubana - Falcón - Democracia - Urumaco - Tocópero - Píritu por concentrar buena parte de este conglomerado, de la misma forma para tecnólogos populares y artesanos. El diseño de los instrumentos incluyó dos etapas de validación: 1. revisión a cargo de tres docentes-investigadores en áreas afines al objeto estudiado, y 2. aplicación de prueba piloto con registros de coeficientes de confiabilidad de ambos casos. Los valores conseguidos de α

correspondieron a 0,88 para el instrumento A, y 0,95 para el B; es decir, aceptables para continuar con las aplicaciones formales.

Seguidamente, la tabulación fue hecha en hojas de cálculo, guardada en formatos “.xlsx” y “.docs” y exportada como archivos de tipo “.csv” (archivo de valores separados por comas). También, fue reescrita la data en LISREL (“.lsf”), bajo los acrónimos: “CFALCONInvM” y “CFALCONInnM”. Algunas reiteraciones, propiciaron un giro en la investigación por tratarse de un ejercicio experimental. Dentro del análisis preliminar, se destacó que ambos instrumentos compuestos por 16 ítems cada uno fueron agrupados en cuatro (4) factores para la variable Asimilación y tres (3) factores para la variable Aprehensión, lo cual es un resultado arrojado por el programa SPSS (al igual que un protocolo común de manejo).

Asimismo, con las respuestas del cuestionario se procedió a realizar análisis factoriales previos con el fin de comprobar una estructura factorial: peso factorial mínimo de 0,55 según Hair, Black, Babin y col. (2010); y de ahí en adelante el término “variable” refirió a campos de memoria en LISREL. Con dicha información se procedió a disponer de los ítems con sus respectivos factores, siendo siete (7) en total. Luego, se tomaron aquellas cifras mayores en valor absoluto que más representasen al factor.

De esta forma, se estructuró y relacionó cada ítem con su respectivo constructo o dimensión estudiada. Mediante rotación *Varimax*, fue posible obtener nuevos valores y vectores propios. También, diferentes porcentajes de extractivos a través del SPSS (normalización rotada: *Kaiser*, método de extracción: *PCA*); convergidos en diez (10) iteraciones (de Asimilación) y ocho (8) iteraciones (de Aprehensión). A continuación, se observan las agrupaciones de ítems por factores (Tabla 1):

Tabla 1: Factores por ítems.

Asimilación					Aprehensión				
Φ	Factores	λ	Ítem	δ	Φ	Factores	λ	Ítem	δ
Φ_{11}	1	λ_{x11}	1	δ_1	Φ_{11}	1	λ_{x11}	3	δ_1
		λ_{x21}	3	δ_2			λ_{x21}	5	δ_2
		λ_{x31}	7	δ_3			λ_{x31}	7	δ_3
		λ_{x41}	14	δ_4			λ_{x41}	9	δ_4
Φ_{22}	2	λ_{x52}	10	δ_5			λ_{x51}	12	δ_5
		λ_{x62}	11	δ_6	Φ_{22}	2	λ_{x62}	11	δ_6
		λ_{x72}	13	δ_7			λ_{x72}	14	δ_7
Φ_{33}	3	λ_{x83}	2	δ_8			λ_{x82}	16	δ_8
		λ_{x93}	5	δ_9	Φ_{33}	3	λ_{x93}	1	δ_9
		λ_{x103}	9	δ_{10}			λ_{x103}	2	δ_{10}
Φ_{44}	4	λ_{x114}	6	δ_5			λ_{x113}	4	δ_{11}
		λ_{x124}	12	δ_{12}	Φ_{44}	4	λ_{x124}	10	δ_{12}
Φ_{55}	5	λ_{x135}	16	δ_{13}					

Fuente: Elaboración propia a partir de LISREL (2020).

En tanto, los cálculos de los pesos factoriales estuvieron representados por las tablas de comunalidades, tal como lo describe Harman (1976); que a su vez, resignifican a los coeficientes de correlación lineal múltiple de cada variable con tales factores. Por esto, se descartaron aquellas comunalidades altas, implicando que todas las variables tengan imagen en el espacio factorial. Así, fueron apartados aquellos ítems que obtuvieron una carga factorial inferior a 0,55; y eliminados del cuestionario los ítems 4, 7, 8 y 15 (asociados a la variable Asimilación); y los ítems 8, 13 y 15 (referentes a la variable Aprehensión).

Análisis exploratorio

Con el propósito de examinar los datos empíricos para detectar características y relaciones interesantes (sin imponer ningún modelo definitivo), se aplicó la medida de adecuación muestral *KMO* (*Kaiser-Meyer-Olkin*), el test de esfericidad de *Bartlett*, el contraste de fiabilidad y la extracción de factores para ambas variables.

En coherencia con Gaskin (25 de agosto de 2018), la Tabla 2 presenta los primeros resultados:

Tabla 2: Resultados *KMO* / *Bartlett*.

Asimilación				Aprehensión			
Índice <i>KMO</i>	Chi-cuadrado	gl	Sig	Índice <i>KMO</i>	Chi-cuadrado	gl	Sig
0,677	98,523	120	0,000	0,605	819,073	120	0,000

Fuente: Elaboración a partir de SPSS y LISREL (2020).

En la variable “Asimilación”, se obtuvo un *KMO* de 0,677; por tanto se cree la elección es correcta ya que se debe tener una cuantía mayor a 0,50. En el test de *Bartlett* se debe tener un valor menor a 0,05; por lo que se demuestra que es posible trabajar con este diseño ya que se consiguió una resultante de 0,000; es decir, se rechaza la hipótesis nula de que la matriz correlacional de la población sea una matriz identidad. Para la variable “Aprehensión” se obtuvo un *KMO* de 0,605; y se supone fue elegida correctamente dicha variables (mayor a 0,50). En la prueba *Bartlett*, se alcanzó el valor de 0,000 (menor a 0,05), por lo que también es válido trabajar con su diseño.

Por otra parte, una valoración de estadísticos descriptivos por corridas en SPSS y LISREL arrojó que en la variable Asimilación el factor que obtuvo mayor ponderación en la desviación típica (δ) fue el “factor dos” que correspondió al **ítem 16** con **0,731** puntos; y el factor que obtuvo un valor mayor (x) fue el “factor dos” del **ítem 16** con **1,53** puntos. Además, en la variable Aprehensión quien obtuvo el mayor puntaje de dispersión (δ) fue el “factor dos” correspondiente al **ítem 11** con **0,809** puntos; y la máxima ponderación medial (x) fue para el “factor uno” asociada al **ítem 12** con **1,75** puntos. En cuanto al cotejo de fiabilidad, fue posible obtener lo siguiente (Tabla 3):

Tabla 3: Análisis de fiabilidad exploratoria.

Asimilación				Aprehensión			
Factor	α	Elementos	Resulta	Factor	α	Elementos	Resulta
1	0,703	4	Alta	1	0,795	5	Alta
2	0,654	3	Alta	2	0,780	3	Alta
3	0,705	3	Alta	3	0,712	4	Alta
4	0,626	2	Alta				

Nota: α : Alfa de Cronbach

Fuente: Elaboración a partir de SPSS (2020).

Al ser computada la varianza extraída para la variable Asimilación con la estructura compuesta por 5 factores, se pudo evidenciar el 64,048 % de la varianza de los datos originales; por tanto, representa el número idóneo de factores que deben extraerse. De la misma manera, en la variable Aprehensión, con estructura de 4 factores, se evidenció el 63,422 % de la varianza de datos originales; también demostrándose la cantidad idónea de factores a ser extraídos; esto como suma de saturaciones al cuadrado para alcanzar un nivel satisfactorio mínimo en el área de ciencias sociales, como lo expresa Uriel (1995).

Es importante aclarar que, se aplicó el método de extracción de factores en vista de que fueron eliminados algunos ítems de los instrumentos originales; en este orden, los factores obtenidos son “autovalores” de la matriz de correlaciones (re-escalados).

Por tanto, dicho método (colindante con PCA), se ajustó de acuerdo al programa estadístico SPSS, consistiendo en estimar las puntuaciones factoriales como valores tipificados de las primeras k componentes (o *k-means*), y la matriz de cargas factoriales mediante las correlaciones de las variables originales con dichas componentes. Los nuevos factores resultantes del procesamiento LISREL y del análisis de sus contenidos presentan los nombres que ahora se resumen para cada variable:

- Variable “Asimilación”: **Factor 1:** “Razonamiento y replanteo”, **Factor 2:** “Aprendizaje e integración”, **Factor 3:** “Adición diferenciada”, **Factor 4:** “Progresión y trasposición”, y **Factor 5:** “Síntesis del hecho aprendido”.
- Variable “Aprehensión”: **Factor 1:** “Internalización transformacional”, **Factor 2:** “Interacción significativa”, **Factor 3:** “Desarrollo real”, y **Factor 4:** “Innovaciones”.

Análisis confirmatorio

Las pruebas que otorgan veracidad estadístico-estructural a la propuesta exploratoria parten desde el ajuste del modelo hasta los diagramas de trayectoria, usando LISREL. A continuación, se muestran las correlaciones de ajuste modelar (Figuras 4 y 5):

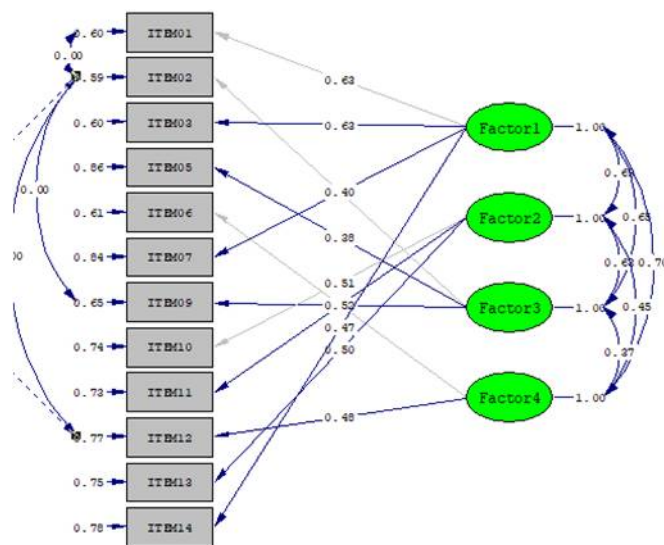


Figura 4: Correlaciones de ajuste modelar → 4 factores (variable: Asimilación).
Fuente: Elaboración a partir de LISREL (2020).

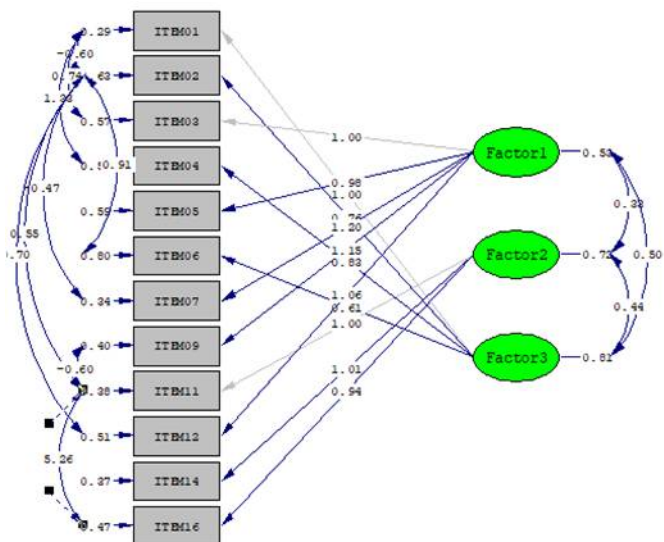


Figura 5: Correlaciones de ajuste modelar → 3 factores (variable: Aprehensión).
Fuente: Elaboración a partir de LISREL (2020).

Luego de una serie de valoraciones producto de las corridas procesales del paquete para las dos variables en cuestión, se presenta la Tabla 4 que reúne comparativamente los valores registrados para ambos modelos en función de los indicadores que allí se describen; y también, la Figura 6 como arreglo de ajustes correlacionales para ambos modelos obtenidos en la validez del

constructo. Con todas estas valoraciones, se pudo delinear la obtención de dos mallas teóricas relacionales ajustadas de tales variables con sus conceptos TDE, la cuales pueden ser apreciadas en las Figuras 7 y 8 (formato horizontal).

Tabla 4: Comparación de modelos entre variables (Asimilación / Aprehensión).

Indicadores	Valores favorables	Valores (variable: Asimilación)		Valores (variable: Aprehensión)	
		Modelo inicial	Modelo final	Modelo inicial	Modelo final
Chi-cuadrado (χ^2)	< 3	24.815,97	2,365	337,33	2,651
Valor de p	$0,01 < p \leq 0,05$	0,000	0,023	0,000	0,0275
Raíz error cuadrático medio de aprox. (RMSEA)	0,05 - 0,08	0,986	0,062	0,255	0,061
Índice de bondad de ajuste incremental (AGFI)	$\geq 0,90$	0,975	0,975	0,932	0,932
Índice de ajuste normado (NFI)	$\geq 0,90$	0,514	0,925	0,806	0,912
Índice de ajuste comparativo (CFI)	$\geq 0,95$	0,656	0,965	0,855	0,956
Índice de ajuste no normalizado (NNFI)	$0,97 \leq CFI \leq 1,00$	0,527	0,988	0,813	0,978

Fuente: Elaboración propia con apoyo de LISREL (2020).

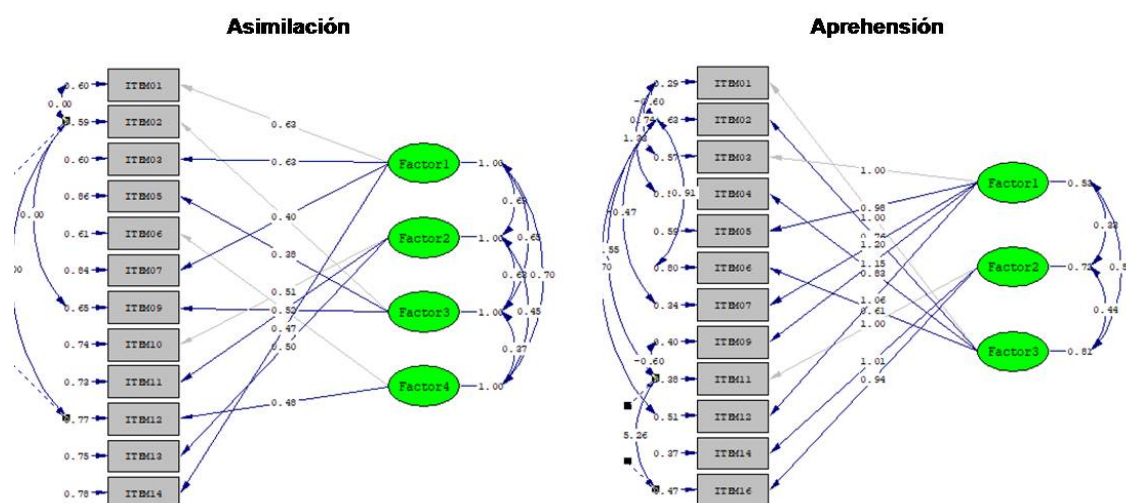


Figura 6: Arreglo correlacional ajustado de ambos modelos.

Fuente: Elaboración a partir de LISREL (2020).

En más de las Figuras 7 y 8, la idealización de una malla teórica relacional única o consolidada sería la sinopsis de todos los resultados obtenidos, los cuales confirmaron su valoración. Puede decirse que en Investigadores falconianos la Asimilación surge a través del “razonamiento y replanteo”, el “aprendizaje e integración”, la “adición diferenciada”, la

“progresión y trasposición” y la “síntesis del hecho aprendido”; debido a que los indicadores RMSEA, AGFI, NFI, CFI, NNFI, X^2 , así como el valor de p, fueron lo suficientemente aceptables. Y, en Tecnólogos populares y Artesanos la Aprehensión se consigue por medio de la “internalización transformacional”, la “interacción significativa”, el “desarrollo real”, y las “innovaciones”; siendo factores conformados por conceptos empíricos con valores admitidos y graficación correlacional. Las hipótesis no observables se aceptan y resumen así:

- H_1 : “Los investigadores disponen de capacidad de asimilación desaprovechada por las instituciones”.
- H_2 : “Los investigadores cuentan con un alto interés racional para formular trabajos de investigación sobre su contexto”.
- H_3 : “En tecnólogos populares y artesanos la aprehensión a la práctica es más acelerada que la teoría”.
- H_4 : “Los tecnólogos populares y artesanos resuelven problemas cotidianos dados su capacidad de aprehensión”.

Tales supuestos se relacionan en la malla teórica por cuanto la extracción de ítems fue baja: 18,75 % para Asimilación y 12,00 % para Aprehensión.

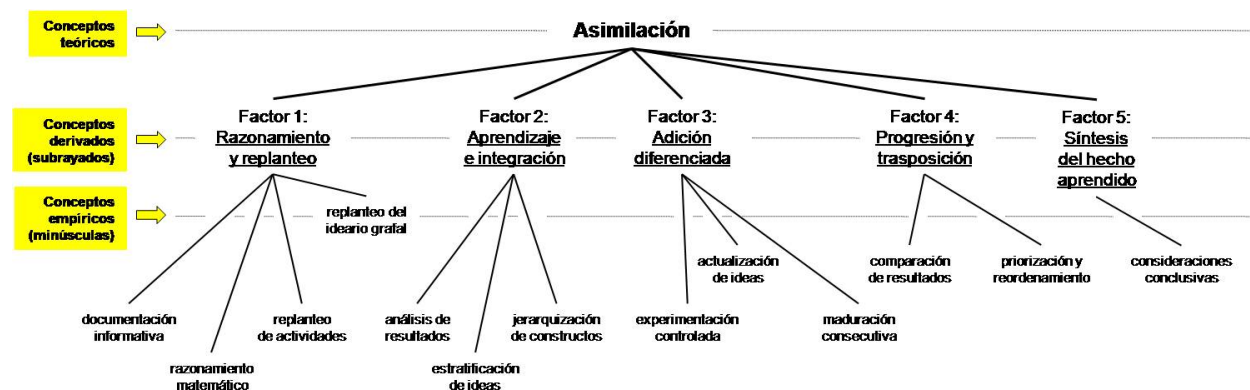


Figura 7: Malla teórica relacional ajustada (variable: Asimilación).

Fuente: Elaboración propia (2020).

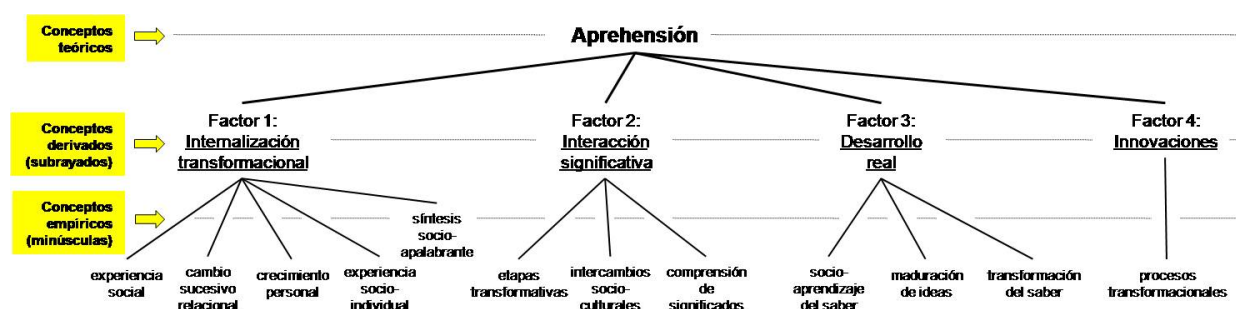


Figura 8: Malla teórica relacional ajustada (variable: Aprehensión).
 Fuente: Elaboración propia (2020).

Discusión de resultados

Pueden ser variados los elementos a disertarse entre el período comprendido del análisis exploratorio al análisis confirmatorio, ya que agrupa los datos arrojados por los programas informáticos en virtud del procedimiento asumido, donde por cierto, no son visibles las ecuaciones estructurales del modelaje sino el resultado ilustrativo plasmado en diagramas de correlación ajustada.

Aunque tales correlaciones mostraron cuatro factores para “Asimilación” y tres para “Aprehensión”, se prefirió tomar en cuenta: cinco y cuatro factores, respectivamente; ya que lo encontrado al final del análisis exploratorio no fue totalmente descartado por la validez del constructo. Es decir, los valores correlacionales aún sostienen números que resultan significativos; y en el caso que se crea deba seguirse lo arrojado por el análisis confirmatorio, entonces bien pudieren sustraerse los dos últimos factores de cada modelo: el “factor 5: síntesis del hecho aprendido → consideraciones conclusivas” (Asimilación), y “factor 4: innovaciones → procesos transformacionales” (Aprehensión). Esto último solo por guardar relación lógico-metódica con la secuencia operacional de la investigación.

Además, resulta interesante que los datos manejados finalmente se ajustaron a una ejercitación, y esto porque el registro de Fundacite (aún con el de otras instituciones), no alcanza el valor mínimo de 100 sujetos requerido por LISREL. Total, se reiteraron los datos recabados hasta conseguirlo, mas sin embargo, se reconoce que es mucho más sencillo ubicar a cien (100) investigadores que a cien (100) innovadores en Falcón. Por eso, los resultados modelares de la variable “Asimilación” terminan siendo más convincentes que su similares de la otrora inconstante “Aprehensión”.

Por otra parte, a la luz de los valores arrojados en cada uno de los ítems, y por su importancia con respecto al contenido y las reglas de correspondencia antes formuladas se cree que las cuatro hipótesis convergen en sus enunciados. La semántica implícita en los asuntos descritos en ambos

instrumentos de recolección de datos, ciertamente, pueden presumir un “sesgo empírico”; pero al final las valoraciones del LISREL fueron las que determinaron que existen estimas suficientes como para permitir que tales aseveraciones sean reafirmadas entre sí.

Conclusiones

El haber desarrollado esta investigación permitió abrir y profundizar el objetivo principal asociado a la representación de un modelo de relaciones con uso de ecuaciones estructurales para determinar factores promotores del desarrollo de la ciencia en el estado Falcón, delimitado a dos unidades de análisis: “Asimilación”, ligada al personal docente universitario, y “Aprehensión”, en los tecnólogos populares y artesanos. Para el logro de esto, fue necesario estudiar diversas facetas históricas de la ciencia en general, de la ciencia falconiana, y luego discernir sobre los hechos científicos más notorios que se registran en la región, especialmente desde la creación de las primeras IEU.

Se propuso entonces, un modelo de medida bajo la perspectiva de Bagozzi y Philips que luego fue estudiado mediante análisis exploratorio y confirmatorio; principalmente, con uso de los programas SPSS y LISREL. Al respecto, las primeras estimaciones descubren que hay factores a descartar dado que posterior a la aplicación de instrumentos de recolección de datos, algunos de los ítems obtienen criterios de aceptación estadístico por debajo de su valor de credibilidad. El reacomodo exploratorio facilitó reagrupar y reformular buena parte de la malla teórica relacional inicial; y luego de seguir un proceso correlacional de ajuste modelar, se constituye una malla teórica relacional (separada de las variables, pero con la posibilidad de unión o consolidación), que tomó en cuenta 5 factores para la primera unidad y 4 factores para la segunda; a diferencia del resultado original emitido por LISREL que era de 4 y 3 factores, respectivamente.

Dicha consideración es asumida por cuanto la muestra fue reformulada, ya que se dispuso originalmente de sesenta y cinco (65) investigadores y treinta y cinco (35) innovadores, cuando LISREL requiere de un mínimo muestral de cien (100) sujetos por variable o unidad de análisis. En tal sentido, se debió reiterar la cantidad de datos conseguida hasta alcanzar la muestra requerida de procesamiento, por lo tanto, la actividad investigativa se reorientó a una ejercitación útil para pronosticar el desenvolvimiento de las variables en contexto en la ciencia falconiana. Asimismo, el análisis factorial conllevó a plantear un conjunto de correlaciones cuyas representaciones servirán de guía para posteriores aristas, tales como asignaciones sobre estadística multivariante con mayor profundidad.

Referencias

- Ausubel, D. (1962). A subsumption theory of meaningful verbal learning and retention. *The Journal of General Psychology*, (66), 213-224. doi:<https://doi.org/10.1080/00221309.1962.9711837>
- Ausubel, D. & Fitzgerald, D. (1961). Meaningful learning and retention. *Review of Educational Research*, 31(5), 500-510. doi:<https://doi.org/10.2307/1168901>
- Bagozzi, R. & Phillips, L. (1982). Representing and testing organizational theories. *Administrative Science Quarterly*, 27(3), 459-489. doi:<https://doi.org/10.2307/2392322>
- Bruner, J. (1999). *The process of education*. Harvard University Press. doi:<https://doi.org/10.1002/bs.3830090108>
- Chirinos, E. (2016). *Estructura de producción y circulación del conocimiento a través del hipertexto* (Tesis Doctoral en Educación, Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt). Recuperado desde <https://prezi.com/w6181mi2m-eg/cabimas/>
- Gaskin, J. (25 de agosto de 2018). Exploratory factor analysis. Recuperado desde http://statwiki.kolobkreations.com/index.php?title=Exploratory%5C_Factor%5C_Analysis
- Giraldo, H. (2009). El modelo nomológico de la explicación de Carl G. Hempel. *Entramado*, 5(1), 36-47. Recuperado desde <https://www.redalyc.org/pdf/2654/265420457005.pdf>
- Guárdia, J. (2016). Esquema y recomendaciones para el uso de los modelos de ecuaciones estructurales. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 3(2), 75-80. Recuperado desde <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5833042>
- Hair, J., Black, W., Babin, B. y col. (2010). *Multivariate data analysis*. Prentice-Hall. Recuperado desde <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=374900>
- Harman, H. (1976). *Modern factor analysis*. Chicago University Press. Recuperado desde https://books.google.co.ve/books/about/Modern_Factor_Analysis.html?id=e-vMN68C3M4C&redir_esc=y
- Hempel, C. (1952). Fundamentals of concept formation in empirical science. *International Encyclopedia of Unified Science*, 2(7), 75-80. Recuperado desde <https://philpapers.org/rec/HEMFOC>
- Jöreskog, K. (1970). A general method for estimating a linear structural equation system. *Educational Testing Service*, 1-41. Recuperado desde <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/j.2333-8504.1970.tb00783.x>
- Kearsley, G. (23 de agosto de 2021). Explorations in learning and instruction. Recuperado desde <http://instructionaldesign.org/theories/index.html>
- Kerlinger, F. & Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento*. McGraw-Hill. Recuperado desde https://www.academia.edu/6753714/Investigacion_Del_Comportamiento_Kerlinger_Fred_N_PDF
- Novak, J. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 213-223. Recuperado desde <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51070>

- Padrón, J. (2001). La estructura de los procesos de investigación. *Educación y Ciencias Humanas*, 9(17), 33-54. Recuperado desde [http : / / padron . entretemas . com . ve / Estr_Proc_Inv.htm](http://padron.entretemas.com.ve/Estr_Proc_Inv.htm)
- Rodríguez, N. & Closas, A. (2013). Modelos de ecuaciones estructurales. *Revista de la Sociedad Argentina de Estadística*, 11(1), 7-31. Recuperado desde https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/28229/RIUNNE_FCE_AR_Rodr%5C%C3%5C%ADguez-Closas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Uriel, E. (1995). *Análisis de datos: series temporales y análisis multivariante*. Editorial AC. Recuperado desde <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=106212>
- Vygotsky, L. (1979). *Mind in society*. Harvard University Press. Recuperado desde <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674576292>