

*Revista Electrónica Nova Scientia*

Análisis Factorial Confirmatorio para medir las limitantes percibidas en el pregrado para el desarrollo de actividades de investigación  
Factorial Confirmatory Analysis to measure the limitations perceived in the undergraduate for the development of research activities

**Deneb Elí Magaña Medina, Norma Aguilar Morales  
y José Manuel Vázquez Rodríguez**

---

División de Ciencias Económico Administrativas,  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

---

**México**

Norma Aguilar Morales. E-mail: [gialca@hotmail.com](mailto:gialca@hotmail.com)

## Resumen

**Introducción:** El objetivo de este acercamiento fue validar a través de un análisis factorial confirmatorio un modelo de medida para determinar las limitantes percibidas para desarrollar interés por las actividades científicas o tecnológicas en el pregrado.

**Método:** El estudio tuvo un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental descriptivo y fue realizado en una Universidad Pública Estatal en el Sureste de México en donde se seleccionaron 378 estudiantes de pregrado con más del 60% de créditos en su trayectoria escolar y que representaran todas las áreas del conocimiento. Se realizó un análisis factorial exploratorio y confirmatorio para determinar las propiedades psicométricas del instrumento.

**Resultados:** El modelo propuesto corroboró a través del análisis factorial confirmatorio los valores de los principales indicadores de ajuste ( $X^2 = 98.07$ ,  $p = .001$ ; CMIN/DF = 2.62; CFI = .95; GFI = .97, IFI = .95; RMSEA = .06; IC 90 [.03-.09]). Asimismo, los resultados señalan que el 39.85% percibe alguna limitante importante de tipo personal y el 37.9% de conocimiento.

**Discusión o Conclusión:** Los resultados permiten confirmar la sustentabilidad empírica para el modelo propuesto para medir las limitantes percibidas para la formación científica (LFC) en estudiantes de pregrado de todas las áreas del conocimiento, pues los datos presentados muestran evidencia de un modelo factorial sustentable, siendo las limitantes personales las que afectan en mayor medida a los estudiantes encuestados.

**Palabras Clave:** formación en investigación; limitantes; pregrado; análisis factorial confirmatorio

*Recepción:* 17-01-17

*Aceptación:* 06-03-17

## Abstract

**Introduction:** The objective of this approach was to validate through a confirmatory factor analysis a measurement model to determine the perceived limitations to develop interest in scientific or technological activities in the undergraduate.

**Method:** The study had a quantitative approach with a non-experimental descriptive design and was carried out at a State Public University in Southeast Mexico where 378 undergraduate students with more than 60% of credits were selected in their school career and who represented all the areas of knowledge. An exploratory and confessional factor analysis was performed to determine the psychometric properties of the instrument

**Results:** The proposed model corroborated through the confirmatory factor analysis the values of the main adjustment indicators ( $\chi^2 = 98.07$ ,  $p=.001$ ; CMIN/DF= 2.62; CFI=.95; GFI= .97, IFI=.95; RMSEA= .06; IC 90 [.03-.09]). Likewise, the results indicate that 39.85% perceive some important limitation of personal type and 37.9% of knowledge

**Discussion or Conclusion:** The results allow to confirm the empirical sustainability for the proposed model to measure perceived limitations on scientific training (LFC) in undergraduates from all areas of knowledge, as the data presented show evidence of a sustainable factor model, being the limiting personal which largely affect the students surveyed

**Keywords:** science instruction, limiting, undergraduate, confirmatory factor analysis

## Introducción

Las aportaciones realizadas en el campo de la formación en investigación se han dado principalmente en el área de salud (Escamilla, 2014; Godin, Wormington, Pérez, Barger, Snyder, Richman, et al., 2015; Staub, Poxleitner, Braley, Smith, Pribbenow, Jaworski, et al., 2016), o en disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por sus siglas en inglés: Science, Technology, Engineering & Mathematics), las cuales de acuerdo con la Academia Nacional de Ciencias en Estados Unidos (National Academy of Sciences, 2007) tienen como componente principal el aspecto tecnológico del conocimiento científico (Eagan, Hurtado, Chang, García, Herrera, & Garibay, 2013; Ghee, Keels, Collins, Neal-Spence & Baker, 2016; Maton, Beason, Godsay, St. Domingo, Bailey, Sun et al., 2016). Otros estudios abordan su análisis desde la perspectiva de las ciencias sociales y humanidades, en disciplinas con orientación profesional como: contabilidad, administración, educación, comercio y negocios (Domínguez, 2013; Rand, 2016; Schantz, 2008; Tan, 2017; Víctor-Ponce & Muñoz, 2016), pero son menos frecuentes en la literatura.

Brieschke (2006) opina que las aportaciones a esta problemática se han centrado principalmente en la comprensión del desarrollo de los intereses de investigación (Estrada-Hollenbeck, Woodcock, Hernández, & Schultz, 2011; Autores, 2014), las capacidades de los estudiantes para publicar (Harrison, Dunbar, Ratmansky, Boyd, & Lopatto, 2011; Sánchez, 2015), la productividad de la investigación en relación con los entornos de formación en investigación (Harvey, Wall, Luckey, Langer & Leinwand, 2014; Wiegant, Scager & Boonstra, 2011; Wiley & Stover, 2014), la autoeficacia de la investigación (Kahn, 2001), el respaldo del profesorado (Autores, 2013; 2016; Alarco, Changlilio-Calle & Cahuana-Salazar 2016; Molina-Ordoñez, Huamaní & Mayta-Tristán, 2008); y las expectativas de resultados de investigación (Schantz, 2008).

Sin embargo, son pocos los estudios que han generado modelos de medida y confirmado sus propiedades psicométricas (Arjoon, Xiaoying & Lewis, 2013; Ream, Lewis, Echeverría & Page, 2014) para evaluar las variables que se han estudiado. El objetivo del estudio fue validar a través de un análisis factorial exploratorio y confirmatorio una escala que permitiera, de manera general, a todas las áreas del conocimiento, ser un modelo de medida para determinar las limitantes percibidas para desarrollar interés por las actividades científicas o tecnológicas en el pregrado, desde dos perspectivas: los conocimientos y experiencia que poseen para desarrollar esta actividad,

y los aspectos personales que pueden convertirse en factores importantes al momento de decidir un esquema para la obtención del grado a través del desarrollo de un trabajo de investigación.

Es relevante mencionar que hacen falta estudios en México sobre los factores asociados a la formación en investigación, esencialmente aquellos que abarquen de manera integral todas las áreas del conocimiento, pues las características y condiciones para el impulso de las actividades de investigación, son variables conforme a la disciplina que se desarrolla (Domínguez, 2011; Rand, 2016; Rojas, 2010). Es por ello indispensable contar con instrumentos sólidos para medir los constructos asociados a esta problemática, que integren el punto de vista de todas las áreas del conocimiento, y que además se apeguen al contexto de las Universidades Mexicanas, que difiere a la mayoría de los estudios realizados en otros países.

### **Revisión Literaria**

Las principales limitantes que la literatura refiere en la formación científica en el pregrado pueden agruparse en tres categorías: los estudios que abordan los factores de carácter personal, tales como: características demográficas, actitudes, la confianza; la motivación, la autoeficacia, el compromiso e identidad científica (Alarco et al., 2016; Babalis, Xanthakoub, Kailac & Stavrou, 2012; Ballo, Pauli y Worrell, 2016; Bieschke, 2006; Domínguez; 2013; Estrada-Hollenbeck et al., 2011; Godin et al., 2015; Maton et al., 2016; Petrella & Jung; 2008; Ream, et al., 2014); los que se refieren a los conocimientos, competencias o experiencias en investigación y procesos de aprendizaje (Autores; 2014; Lopatto, 2004; Schantz, 2008; Tagal, 2007; Villarejo, Barlow, Kogan, Veazey & Sweeney, 2008; Zuluaga, Mosquera & Higuera, 2012); y los que estudian el entorno y condiciones para que se dé el interés por desarrollar investigación, los cuales han identificado variables como: la falta de apoyo docente, la falta de infraestructura y programas de fomento a la actividad científica (Autores, 2014; Escamilla, 2014; Gutiérrez y Mayta; 2003; Kizza, 2011; Molina-Ordoñez et al., 2008).

La investigación se ha centrado en desarrollar el modelo de medición para algunos de los indicadores de las dos primeras categorías, las limitaciones de carácter personal y las de conocimientos.

Es importante resaltar que las investigaciones por áreas del conocimiento no se han enfocado en las mismas variables. Por ejemplo los estudios en el área de salud, han concentrado sus esfuerzos en el desarrollo de programas que mejoren las actitudes y motivaciones de los estudiantes hacia la ciencia y las actividades de investigación (Godin et al., 2015; Harrison, et al., 2011; Wiegant et al.,

2011; Toven-Lindsey, Levis-Fitzgerald, Barber & Hasson, 2015); métodos que mejoren las competencias científicas (Ballo, et al., 2016; Vessey & De Marco, 2008) o la comprensión de las variables personales como la autoeficacia de la investigación, las actitudes o la confianza del estudiante (Babalís, et al., 2012; Bieschke, 2006; Kahn, 2001; Petrella & Jung, 2008; Towl & Senior, 2010).

Por su parte las disciplinas como la biología, química, las relacionadas a la ciencia, la tecnología, ingeniería y matemáticas, también se han concentrado en desarrollar programas de inducción a la ciencia y actividades de investigación (Eagan et al., 201; Ghee, et al., 2016; Haen, Raman, Polush & Kemis, 2016; Wallin, Adawi & Gold, 2017), así como en variables personales como la autoeficacia de la investigación (Maton, et al., 2016; Mohamed & Nordin, 2013).

En cuanto a las ciencias sociales y humanidades, los estudios se han concentrado primordialmente en el proceso de enseñanza aprendizaje, abordando variables como: las experiencias de investigación, la efectividad de los procesos de mentoría académica; la pedagogía en asignaturas de metodología de la investigación, los ambientes de aprendizaje y la investigación vinculada a su campo profesional entre otras (Neu & Graham 2005, Schantz, 2008; Tan, 2007; Víctor-Ponce & Muñoz, 2016; Zuluaga et al., 2012); pero también han coincidido con las investigaciones en otros campos del conocimiento en relación a las variables personales tales como: las actitudes hacia la investigación y los estereotipos de la actividad científica que alejan a los estudiantes de la ciencia (Domínguez 2013; Rojas, 2010).

Para el primer grupo de limitantes, las que se refieren a las características personales, se desatacan algunos de los estudios que influyeron en la construcción del modelo, como el de Balloo, et al., (2016) que realizaron un estudio centrado en las diferencias individuales en el desarrollo de métodos de investigación y habilidades para su desarrollo. Sus hallazgos indican que la autoeficacia en la investigación y la motivación hacia el desarrollo de actividades de investigación están más relacionadas al progreso de sus conocimientos, lo que nos indica que las variables personales se pueden tornar como una limitante para desarrollar interés por la actividad científica.

Este concepto de autoeficacia en la investigación de acuerdo con Forester, Khan y Hesson-McInnis (2004), es un concepto que ha ido cobrando relevancia en la literatura relacionada a la formación en investigación. El constructo se refiere a la eficiencia que desempeña el estudiante en todas las etapas del proceso de investigación, incluyendo la búsqueda de una idea, el desarrollo de la investigación y la presentación de los resultados.

Bieschke (2006) señala que son diversas las variables que influyen en la autoeficacia de la investigación, y una de dichas variables es la percepción que los estudiantes tengan de su entorno y condiciones durante el proceso de formación en actividades de investigación. Esta afirmación coincide con la evidencia empírica aportada por los Autores et al., (2016), que han puesto de manifiesto que los estudiantes perciben como relevantes un ambiente propicio de entrenamiento para las prácticas de investigación, así como la motivación que proveen los asesores.

Alarco, et al., (2016) en un estudio realizado para el área médica, pudieron determinar que el interés por la investigación científica se va perdiendo conforme avanzan los ciclos escolares, lo que atribuyen a una sobrecarga académica y de práctica, propia de la disciplina, pero que también se le atribuye a una falta de apoyo de las autoridades o referentes exitosos de investigación, lo que concuerda con estudios previos del grupo de trabajo (Autores, 2014, 2016) que han demostrado que los estudiantes perciben al profesor como un factor determinante para el desarrollo de actividades de investigación, seguido del apoyo institucional para la participación en eventos científicos.

En lo referente a la segunda categoría, la que refiere aspectos sobre los conocimientos, competencias o experiencias en investigación y procesos de aprendizaje, se pueden resaltar diversos estudios que influyeron en la construcción del modelo, como el de Gutiérrez y Mayta (2003), que determinó que la falta de valoración y confianza del estudiante de pregrado en el trabajo de investigación que realiza, es uno de los principales problemas asociados a la falta de publicaciones de estudiantes a este nivel. También señala que esta falta de confianza que perciben los estudiantes, es producida por una falta de apoyo docente durante el proceso de aprendizaje de las competencias necesarias para desarrollar un trabajo de investigación y su publicación.

Los Autores (2014) y Molina-Ordoñez, et al., (2008), también concuerdan en que la falta de apoyo docente se puede tornar como una limitante para que el estudiante cambie de actitud ante las actividades de investigación. Molina-Ordoñez, et al., (2008), también aborda otras variables, las cuales no fueron percibidas como significativas en su estudio, tales como la capacidad de analizar datos y el dominio del inglés como idioma para la divulgación científica, y que también influyen en la ausencia de publicaciones estudiantiles.

Tagal (2007) señala que los principales retos que los estudiantes en el área médica enfrentan son: Incapacidad para encontrar una persona adecuada como supervisor de proyecto de investigación;

poca experiencia en algunas partes del proceso de investigación, falta de capacidad para análisis de los datos, y problemas de financiamiento.

Ackerman (1996, citado por Ballo, et al., 2016) propuso una teoría de la adquisición del conocimiento en el aprendizaje de adultos llamada PPIK (Inteligencia-Proceso, Personalidad, Intereses e Inteligencia como Conocimiento) lo que sugiere que el proceso de adquisición del conocimiento comienza con las capacidades cognitivas de la inteligencia (capacidad general de resolución de problemas) y se cristaliza en Inteligencia (conocimiento previo), luego toma en cuenta los determinantes de rasgos de no capacidad del conocimiento de un tema en particular (tales como Personalidad, Motivación y Factores de Interés) para explicar las diferencias individuales en el conocimiento del tema. Thompson y Zamboanga (2004, citados por Ballo, et al., 2016) encontraron que el conocimiento previo tiene un efecto en el logro de un curso de aprendizaje, de forma independiente de la capacidad cognitiva o del compromiso del estudiante. Por lo tanto, a medida que los individuos aumentan su conocimiento de un tema a través del aprendizaje, sería lógico asumir que estos factores cognitivos y de no capacidad actúan como facilitadores y también como barreras para el desarrollo de conocimientos y experiencia.

En general la literatura referente a los contextos de formación en investigación, contempla los elementos necesarios que dieron soporte al modelo de medición que se propone en esta investigación para determinar las principales limitantes que los estudiantes de cualquier área del conocimiento identifican como las principales para desarrollar un potencial interés en las actividades científicas, divididas en dos grandes grupos: las relativas a sus conocimientos, que pueden estar relacionadas a su autoeficacia para la investigación, y las personales, asociadas al contexto y sus ambientes de aprendizaje.

### **Método**

El proyecto tuvo un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental descriptivo, ya que la finalidad fue establecer las propiedades psicométricas del modelo de medición denominado “limitantes percibidas para la formación científica” (LFC).

### ***Participantes***

El estudio fue realizado en una Universidad Pública Estatal en el Sureste de México, en dónde los indicadores de recursos humanos capacitados para realizar investigación, señalan al estado de

Tabasco como uno de los que mayor rezago tiene en cuanto a impacto en actividades científicas y tecnológicas del país (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONACYT], 2014; Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología [FCCyT], 2013). Se seleccionaron 378 estudiantes de manera no probabilística por cuotas de las 12 divisiones académicas existentes al momento de realizar el proceso de recolección de datos, y representan a las siete áreas del conocimiento de acuerdo a la clasificación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en México (CONACYT, 2014). Otro de los criterios de selección, fue que el estudiante tuviera un avance de por lo menos el 60% de los créditos en su trayectoria escolar, para garantizar que hubieran cursado, de acuerdo con las trayectorias escolares de la universidad, al menos una asignatura relacionada a la investigación científica. La selección se realizó de manera proporcional al tamaño de la población por área del conocimiento. En la tabla 1 se presentan los valores demográficos de la muestra por género y área del conocimiento.

**Tabla 1:** Descripción de los valores demográficos de la muestra

Área del conocimiento	Población*	Muestra					
		Género				Total	
		Hombre		Mujer			
<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%		
Físico Matemáticas y Ciencias de la Tierra	747	5	3.5%	5	2.1%	10	2.6%
Biología y Química	2,944	16	11.2%	24	10.2%	40	10.6%
Medicina y Ciencias de la Salud	8,540	28	19.6%	81	34.5%	109	28.8%
Humanidades y Ciencias de la Conducta	4,379	20	14.0%	37	15.7%	57	15.1%
Ciencias Sociales	7,228	33	23.1%	61	26.0%	94	24.9%
Biotecnología y Ciencias Agropecuarias	1,131	5	3.5%	10	4.3%	15	4.0%
Ciencias de la Ingeniería	4,138	36	25.2%	17	7.2%	53	14.0%
<b>TOTAL</b>	<b>29,107</b>	<b>143</b>	<b>37.8%</b>	<b>235</b>	<b>62.2%</b>	<b>379</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Información proporcionada por el Sistema Integral de Información Administrativa (SIIA) – Modulo de Servicios Escolares (Institución, 2016).

Las edades de los participantes oscilan entre 18 y 59 años de edad siendo el promedio de 22 años con una desviación estándar de 2.91; el rango de edad de 20 a 22 años de edad con mayor representatividad (60.9%) de la muestra.

**Instrumento**

Para establecer el modelo de medida, se empleó como base el instrumento desarrollado previamente por el grupo de investigación (Autores, 2013) cuyo objetivo fue determinar el interés, condiciones y limitantes de los estudiantes de un programa orientado a la formación de jóvenes de pregrado hacia la ciencia. En la construcción del cuestionario y sus reactivos se tuvo presente la delimitación semántica del reactivo y los aspectos de redacción y comprensión que fueron validados a través de expertos (tabla 2).

**Tabla 2:** Tabla de especificaciones de las dimensiones del modelo para medir limitantes percibidas para la formación científica (LFC) en estudiantes de pregrado

Dimensiones	Indicadores	Reactivos
Limitantes sobre conocimientos necesarios para el desarrollo de investigación	Conocimientos y experiencia personales percibidas como necesarias para el desarrollo de la investigación científica.	El desconocimiento de las actividades de los científicos disminuye el interés por la investigación.
		Considero que mis conocimientos son insuficientes para desarrollar un trabajo de investigación
		Considero que mis habilidades son insuficientes para desarrollar un trabajo de investigación
Limitantes personales para el desarrollo de investigación	Ausencia de interés y características personales percibidas como necesarias para el desarrollo de la investigación científica	Carecer de experiencia es un obstáculo para desarrollarme como investigador
		Ser joven es un obstáculo para desarrollarme como investigador.
		El apoyo de mi familia influye para desarrollarme como investigador
		Mi situación financiera es un obstáculo para desarrollarme como investigador

El instrumento se construyó en una escala de tipo Likert con cinco opciones de respuesta: 1 (*Totalmente en desacuerdo*), 2 (*En desacuerdo*), 3 (*Ni de acuerdo ni en desacuerdo*), 4 (*De acuerdo*), y 5 (*Totalmente de acuerdo*), con 7 reactivos y un apartado de variables socio demográficas como la edad, género, estado civil, número de hijos en caso de tenerlos, si poseían algún apoyo económico a través de algún tipo de beca, y el nivel de estudios de los padres. También se incluyeron variables relativas a la institución como: división académica, programa de licenciatura, que permitió establecer el área del conocimiento a la que pertenecen, y, por último, dos preguntas dicotómicas, la primera que cuestionaba sobre si además de los estudios trabajaba,

y la segunda al final de los reactivos de escala, que cuestionaba de manera directa su interés por el desarrollo de actividades de investigación como actividad laboral.

### **Procedimiento**

El cuestionario fue administrado a papel y lápiz, garantizándoles la total confidencialidad de los datos al entregarles el cuestionario en un sobre cerrado con opción de sellado a la entrega, durante el período de febrero a junio de 2016.

### **Resultados**

El modelo de medición que se propone para determinar las “limitantes para la formación científica” (LFC) presenta un valor general del coeficiente Alpha de Cronbach de .70 que se considera aceptable (Martínez, 2005).

Para la validez del constructo se utilizó un análisis factorial exploratorio con el método de máxima verosimilitud y rotación Oblimin directo. Los resultados presentan evidencia que los datos son susceptibles para este tipo de análisis ya que el índice Kaiser Meyer Olkin (*KMO*) fue de .74, y la prueba de esfericidad de Bartlett presenta valores significativos ( $X^2=465.36$ ,  $p \leq .000$ ). En dicho análisis se confirmó la estructura factorial propuesta, explicando mediante la misma el 37.44% de la varianza total de los puntajes del constructo, lo cual se considera aceptable (Cea, 2004; Gardner, 2003; Martínez, 2005) (tabla 3).

**Tabla 3:** Resultados del análisis factorial exploratorio de las dimensiones del modelo para medir limitantes percibidas para la formación científica (LFC) en estudiantes de pregrado

Indicadores	% de varianza	Carga factorial	Comunalidades
Factor 1.- Limitantes de conocimientos	26.19		
El desconocimiento de las actividades de los científicos disminuye el interés por la investigación.		.17	.12
Considero que mis conocimientos son insuficientes para desarrollar un trabajo de investigación.		.63	.41
Considero que mis habilidades son insuficientes para desarrollar un trabajo de investigación.		.98	.97
Factor 1.- Limitantes personales	11.25		

Indicadores	% de varianza	Carga factorial	Comunalidades
Carecer de experiencia es un obstáculo para desarrollarme como investigador.		.62	.42
Ser joven es un obstáculo para desarrollarme como investigador.		.49	.29
El apoyo de mi familia influye para desarrollarme como investigador.		.36	.13
Mi situación financiera es un obstáculo para desarrollarme como investigador.		.50	.25

Método de extracción máxima verosimilitud

Método de rotación: Oblimin con normalización Kaiser

El modelo propuesto de dos factores en la tabla 2, presenta en el análisis factorial exploratorio una estructura aceptable (Martínez, 2005) pues sus cargas factoriales superan con excepción del primer reactivo, el valor de .3, que teóricamente se agrupa en dicho factor. Como la estructura no reporta valores totalmente aceptables para este cálculo, se hace necesario corroborar el constructo teórico a través de otros métodos y es por ello que se realizó un análisis factorial confirmatorio, con el cual se confirmó la sustentabilidad empírica del modelo de medida propuesto, lo que se muestra en los valores de los principales indicadores de ajuste:  $\chi^2 = 98.07$ ,  $p=.001$ ; CMIN/DF= 2.62; CFI=.95; GFI= .97, IFI= .95; RMSEA= .06, IC 90 [.03-.09] (tabla 4), los cuales se encuentran dentro de los límites aceptables para este tipo de modelos (Blunch, 2008; Cea, 2004; Martínez, 2005) (ver figura 1, tablas 4 y 5).

Análisis Factorial Confirmatorio para medir las limitantes percibidas en el pregrado en el desarrollo de actividades de investigación

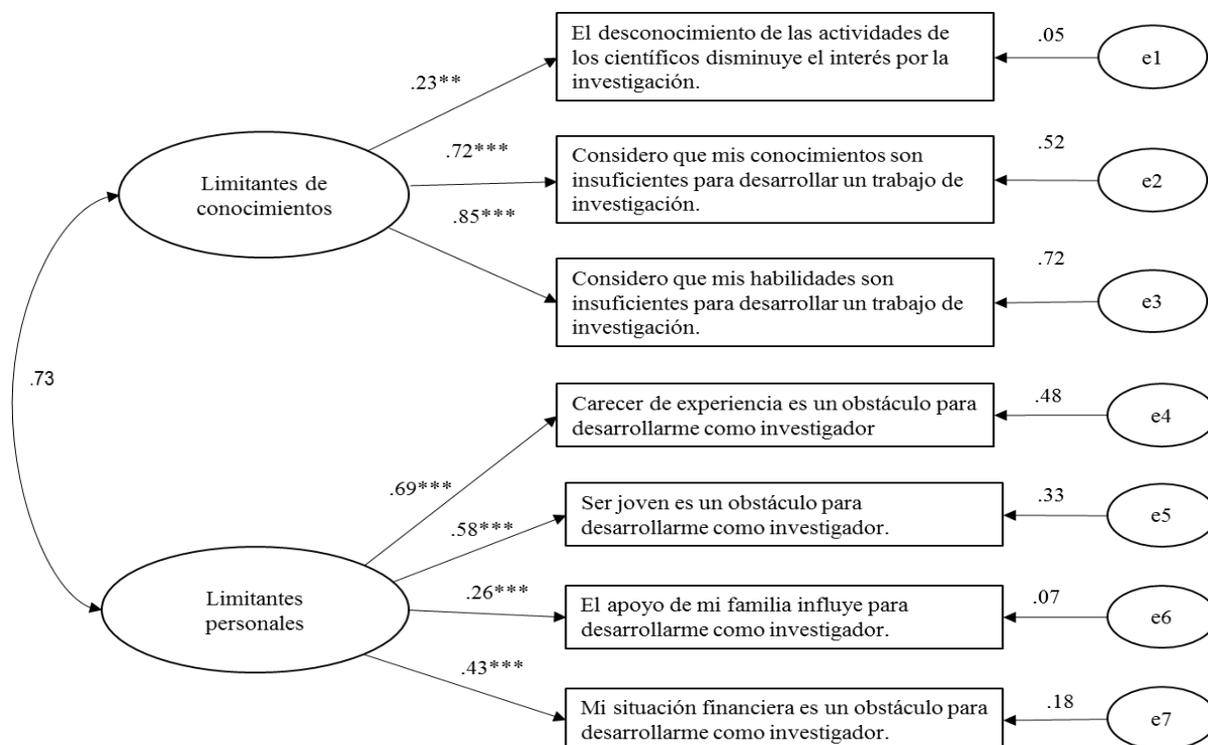


Figura 1.- Modelo de medida para determinar limitantes percibidas para la formación científica (LFC) en estudiantes de pregrado.

Nota: Modelo de análisis factorial confirmatorio. Estimaciones de los parámetros de máxima verosimilitud completamente estandarizados.  
 \*\*  $p < .05$  \*\*\*  $p < .001$

En la tabla 4 se presentan los principales indicadores que se reportan como mínimos para validar la sustentabilidad empírica del modelo teórico propuesto (Herrero, 2010; Manzano & Zamora, 2009 y Yuan, 2005). En ella se aprecia que todos ellos se encuentran dentro del rango con excepción del índice de la raíz del cuadrado medio del residuo (RMR) cuyo valor está ligeramente por encima de los parámetros generales. Yuan (2005) señala que la mayoría de los índices de ajuste no son estables cuando no se pueden controlar los tamaños de la muestra y su distribución, por lo que recomienda el tomar en consideración el *índice de aproximación de la raíz de cuadrados medios del error* (RMSEA) pues es relativamente el índice de ajuste más estable.

**Tabla 4:** Indicadores de ajuste del modelo estructural para la escala de limitantes percibidas para la formación científica (LFC) en estudiantes de pregrado.

Indicador	Valores favorables	Valor Obtenido*
Razón $\chi^2/df$	> 3	2.629
Índice de bondad de ajuste (GFI)	$\geq .90$	.975
Raíz cuadrada residual (RMR)	< .05	.057
Índice ajustado de bondad de ajuste (AGFI)	$\geq .90$	.945
Índice de ajuste normado (NFI)	$\geq .90$	.927

Índice comparativo de ajuste (CFI)	$\geq .95$	.953
Índice de Tucker-Lewis (TLI)	$\geq .90$	.924
Error cuadrático medio de aproximación (RMSEA)	.05 a.08	.066

*Nota:* Valores referencia tomados de Herrero (2010); Manzano & Zamora (2009).

En la tabla 5 se presentan los parámetros estimados del modelo, el error estándar aproximado, y la proporción crítica. Si se reúnen las suposiciones de distribución apropiadas, el estadístico sigue una distribución normal estándar bajo la hipótesis nula de que el parámetro tiene un valor de cero (Lara, 2014). Como se puede observar en la tabla 5 todos los valores de proporción crítica son grandes, obteniendo de esta forma que todos los parámetros estimados sean significativos.

**Tabla 5.-** Parámetros estimados del modelo estructural para la escala de limitantes percibidas para la formación científica (LFC) en estudiantes de pregrado.

Observado	Latente	Coefficiente no estandarizados	S.E.	CR	<i>p</i>
P1	El desconocimiento de las actividades de los científicos disminuye el interés por la investigación.	1.000			
P2	Considero que mis conocimientos son insuficientes para desarrollar un trabajo de investigación.	3.196	.794	4.025	***
P3	Considero que mis habilidades son insuficientes para desarrollar un trabajo de investigación.	4.287	1.128	3.800	***
P4	Carecer de experiencia es un obstáculo para desarrollarme como investigador.	1.000			
P5	Ser joven es un obstáculo para desarrollarme como investigador.	.926	.122	7.574	***
P6	El apoyo de mi familia influye para desarrollarme como investigador.	.347	.084	4.150	***

Observado	Latente	Coefficiente no estandarizados	S.E.	CR	<i>p</i>
P7	Mi situación financiera es un obstáculo para desarrollarme como investigador.	.616	.095	6.512	***

\*\*\*  $p < 0.000$

Con relación a los resultados sobre la percepción del estudiante sobre las dimensiones del modelo, se clasificaron las respuestas en cuatro grupos, el primero se conformó con aquellos sujetos que obtuvieron puntuaciones menores o iguales al percentil 25, el segundo conformó con todos aquellos que puntuaron por encima del percentil 25 y por debajo del percentil 50, el tercer grupo incluyó todos los sujetos por encima del percentil 50 y menor al percentil 75, y por último la población mayor al percentil 75 (tabla 6).

**Tabla 6:** Distribución de frecuencias para las dimensiones del modelo de medición de limitantes percibidas para la formación científica (LFC) en estudiantes de pregrado

Dimensión	Categorías de Análisis	Percentil	Valores	%
Limitantes de conocimientos	El estudiante no percibe limitantes de conocimientos para el desarrollo de actividades de investigación	25	Valores $\leq 2.67$	31.1
	El estudiante percibe algunas limitantes de conocimientos para el desarrollo de actividades de investigación	50	$2.68 < 3.33$	31.0
	El estudiante percibe limitantes de conocimientos para el desarrollo de actividades de investigación	75	$3.34 < 4$	23.7
	El estudiante percibe diversas limitantes de conocimientos para el desarrollo de actividades de investigación	100	Valores $\geq 4.01$	14.2
Limitantes personales	El estudiante no percibe limitantes personales para el desarrollo de actividades de investigación	25	Valores $\leq 2.75$	35.6
	El estudiante percibe algunas limitantes personales para el desarrollo de actividades de investigación	50	$2.76 < 3.25$	24.5
	El estudiante percibe limitantes personales para el desarrollo de actividades de investigación	75	$3.26 < 3.75$	23.2

Dimensión	Categorías de Análisis	Percentil	Valores	%
	El estudiante percibe diversas limitantes para el desarrollo de actividades de investigación	100	Valores $\geq 3.76$	16.6

Los resultados señalan que los estudiantes encuestados que perciben limitantes para dedicarse a las actividades de investigación es mayor para la dimensión que aborda cuestiones de tipo personal (16.6%), que sobre los conocimientos adquiridos (14.2%).

### Discusión y Conclusiones

Los resultados del análisis factorial confirmatorio, permiten corroborar la sustentabilidad empírica para el modelo propuesto para medir limitantes percibidas para la formación científica (LFC) en estudiantes de pregrado de todas las áreas del conocimiento, pues los datos presentados presentan evidencia de un modelo factorial sustentable.

La relevancia del modelo realizado en el presente estudio reside en dar certidumbre a los hallazgos de diversos estudios como los de Gutiérrez y Mayta (2003) que indican que la falta de confianza es un factor que limita al estudiante, así como falta de experiencia percibida para desarrollar investigación descrita por Bieschke (2006), y los estudios de Ballo et al., (2016) centrados en las diferencias individuales, ligadas estrechamente a los factores personales.

Con relación a la dimensión de limitantes de conocimientos, el primer indicador referido al desconocimiento de las actividades de los científicos como un elemento que disminuye el interés por la investigación, de forma consistente en el análisis factorial exploratorio y confirmatorio, presento cargas factoriales bajas, y en caso de eliminarlo el modelo se ajustaría mejor sus valores a los de referencia, sin embargo, los referentes de la literatura (Domínguez, 2013; Estrada-Hollenbeck, 2011; Maton, 2016) señalan que es un factor importante a considerar y debe perfeccionarse su redacción en estudios posteriores para ser comprensible en cualquier contexto y mejorar el ajuste del modelo.

Para la dimensión de limitantes personales, el indicador que se debe mejorar es el que cuestiona sobre el apoyo familiar y su influencia para el desarrollo como investigador, el cual se percibe como ambiguo, pero también se destaca su importancia en los referentes de la literatura (Babalís et al., 2012; Ballo, et al., 2016; Villarejo, et al., 2008).

El modelo de medida en general cumple con las propiedades psicométricas requeridas y es perfectible, pues variables como las limitantes encontradas en el trabajo de campo en la

investigación, o las limitaciones de infraestructura, no fueron consideradas en el modelo pero representa una primera aproximación a la medición del constructo “limitantes percibidas para la formación científica (LFC) en estudiantes de pregrado” y aporta una herramienta que se puede mejorar para el diagnóstico a nivel pregrado.

Las universidades deben ser conscientes de que la mayoría de sus egresados no realizarán investigación como lo señala Miyahira (2009), pero deben ser formados para ampliar las competencias necesarias para desarrollarla como parte de su actividad laboral. Es por ello importante contar con modelos de medida sólidos que permitan medir estas limitantes percibidas para desarrollar el interés en las actividades científicas, ya sean personales o de conocimientos, pues para el desarrollo de programas de fomento a la investigación científica en el pregrado, se hace indispensable su identificación oportuna que permita realizar propuestas que las contemplen y que coadyuven a una formación integral.

### **Agradecimientos**

Al Programa de Mejoramiento al Profesorado (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública en México, que a través del financiamiento otorgado a la Red de Gestión e Innovación de las Organizaciones para la realización del proyecto “Diagnóstico sobre el interés, condiciones y limitantes de los estudiantes de pregrado y posgrado en las disciplinas económico administrativas para realizar investigación o desarrollo tecnológico en el sureste de México” permitió generar el modelo que se presenta. Asimismo, es indispensable agradecer a la Institución por el apoyo brindado en la realización del proyecto.

### **Referencias**

Alarco, Jhonnell, Changllio-Calle, Guillermo y Mabel Cahuana-Salazar (2016). Investigación en pregrado: interés según sexo y ciclo académico. *Educación Médica*: 1-7. doi: 10.1016/j.edumed.2016.04.004

Arjoon, Janelle A., Xu, Xiaoying & Jennifer E. Lewis (2013). Understanding the State of the Art for Measurement in Chemistry Education Research: Examining the Psychometric Evidence. *Journal Chemical Education Research*, 90(5): 536–545. doi:10.1021/ed3002013

Babalís, Thomas, Xanthakou, Yota, Kaila, Maria & Nektarios Stavrou (2012), Research attitude and innovative-creative thinking: Differences between undergraduate male and female students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 69: 1452-1461. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.12.085

Baloo, Kieran, Pauli, Regina, & Marcia Worrell (2016). Individual Differences in Psychology Undergraduates' Development of Research Methods Knowledge and Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 217: 790 – 800. Doi: 10.1016/j.sbspro.2016.02.147.

Bieschke, Kathleen J. (2006). Research Self-Efficacy Beliefs and Research Outcome Expectations: Implications for Developing Scientifically Minded Psychologists. *Journal of Career Assessment*, 14(1): 77–91. doi: 10.1177/1069072705281366

Blunch, Niels J. (2013). Introduction to Structural Equation Modeling Using IBM SPSS Statistics and Amos (2nd ed.) Thousand Oaks, California: SAGE.

Cea, M. Ángeles (2004). *Análisis multivariable. Teoría y práctica en la investigación social* (2ª ed.) Madrid, España: Editorial Síntesis

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONACYT]. (2014). *Agenda de Innovación de la Región Sur-Sureste*. <http://www.agendasinnovacion.mx/wp-content/uploads/2015/07/Agenda-Regi%C3%B3n-Sur-Sureste.pdf> (31/12/2016).

Domínguez, Silvia (2013). Campos de significación de la actividad científica en estudiantes universitarios. *Perfiles Educativos*, 35(140): 28-47.

Eagan, Kevin, Hurtado, Silvia, Chang, Mitchell J., García, Gina A., Herrera, Felisha A., & Juan C. Garibay (2013). Making a Difference in Science Education: The Impact of Undergraduate Research Programs. *American Educational Research Journal*, 50(4): 683-713. doi: 10.3102/0002831213482038

Escamilla, José J. (2014). Incorporación del pregrado a la investigación en enfermería en México. *Revista CUIDARTE*, 5(2): 837- 841. doi: 10.15649/cuidarte.v5i2.125

Estrada-Hollenbeck, Mica, Woodcock, Anna, Hernández, Paul R., & P. Wesley Schultz (2011). Toward a Model of Social Influence that Explains Minority Student Integration into the Scientific Community. *Journal Education Psychology*, 103(1): 206-222. doi: 10.1037/a0020743

Forester, Michelle, Kahn, Jeffrey H., & Matthew S. Hesson-McInnis (2004). Factor Structures of Three Measures of Research Self-Efficacy. *Journal of Career Assessment*, 12(1): 3–16. doi: 10.1177/1069072703257719

Foro Consultivo Científico y Tecnológico [FCCyT] (2013). *Sobre la propuesta de jubilación de los miembros del SNI*. México: Autor. [http://www.foroconsultivo.org.mx/libros\\_editados/sni\\_informe\\_final.pdf](http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/sni_informe_final.pdf) (31/12/2016).

Gardner, Robert (2003). *Estadística para Psicología usando SPSS*. México: Prentice Hall.

Ghee, Medeva, Keels, Micere, Collins, Deborah, Neal-Spence, Cynthia & Earnestine Baker (2016). Fine-Tuning Summer Research Programs to Promote Underrepresented Students' Persistence in the STEM Pathway. *Cbe-Life Sciences Education*, 15(28): 1-11. doi:10.1187/cbe-01-0046

Godin, Elizabeth. A., Wormington, Stephanie V., Pérez, Tony, Barger, Michael M., Snyder, Kate E., Richman, Laura S., et al., (2015). A Pharmacology-Based Enrichment Program for Undergraduates Promotes Interest in Science. *Cbe-Life Sciences Education*, 14(4):1 - 12. doi:10.1187/cbe.15-02-0043

Gutiérrez, César y Percy Mayta (2003). Publicación desde el Pre Grado en Latinoamérica: Importancia, Limitaciones y Alternativas de Solución. *CIMEL*, 8(1): 54-60.

Haen, Karri M., Raman, D. Raj, Polush, Elena & Mari Kemis (2012). Training the next generation of creative, innovative and adaptive scientists and engineers: The NSF Engineering Research Center for Biorenewable Chemicals (CBiRC) Research Experience for Undergraduates. *Education for Chemical Engineers*, 7: 230-240. doi:10.1016/j.ece.2012.09.001

Harrison, Melinda, Dunbar, David, Ratmansky, Lisa, Boyd, Kimberly, & David Lopatto (2011). Classroom-Based Science Research at the Introductory Level: Changes in Career Choices and Attitude. *Cbe-Life Sciences Education*, 10(3): 279-286. doi:10.1187/cbe.10-12-0151

Harvey, P. A., Wall, C., Luckey, S. W., Langer, S., & Leinwand, L. A. (2014). The Python Project: A Unique Model for Extending Research Opportunities to Undergraduate Students. *Cbe-Life Sciences Education*, 13(4), 698-710. doi:10.1187/cbe.14-05-0089

Herrero, Juan (2010). El Análisis Factorial Confirmatorio en el estudio de la Estructura y Estabilidad de los Instrumentos de Evaluación: Un ejemplo con el Cuestionario de Autoestima CA-14. *Intervención Psicosocial*, 19 (3): 289-300. doi: 10.5093/in2010v19n3a9.

Institución (2016) *Información proporcionada por el Sistema Integral de Información Administrativa (SIIA) – Modulo de Servicios Escolares*.

Kahn, Jeffrey H. (2001). Predicting the scholarly activity of counseling psychology students: A refinement and extension. *Journal of Counseling Psychology*, 48: 344-354. doi:10.1037/0022-0167.48.3.344

Kizza, Joseph (2011). Building a Strong Undergraduate Research Culture in African Universities. *International Journal of Computing and ICT Research*, 5(2): 6-10. <http://www.ijcir.org/volume5-number2/article1.pdf> (28/02/2017).

Lara, Antonio (2014). *Introducción a las ecuaciones estructurales en Amos y R*. [http://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201314/tfm1314/tfm-septiembre1314/memoriamaestroantonio\\_lara\\_hormigo/](http://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201314/tfm1314/tfm-septiembre1314/memoriamaestroantonio_lara_hormigo/) (31/12/2016).

Lopatto, David (2004). Survey of Undergraduate Research Experiences (SURE): First Findings. *Cell Biology Education*, 3: 2070-277. doi: 10.1187/cbe.04-07-0045.

Magaña, Deneb E., Vázquez, José M. y Norma Aguilar (2013). Desarrollo de una escala para medir el interés en la formación temprana en investigación. Una muestra en estudiantes universitarios. Ponencia presentada en el XVII Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas (pp. 1-30), Guadalajara, Jalisco, México. UNIVA.

Magaña, Deneb E., Aguilar Norma, Pérez Marina, Quijano, Román & Luis A. Argüelles (2014). Motivaciones y limitantes en la formación en investigación a través del programa de verano científico. Un estudio en una muestra de estudiantes universitarios. *Revista Internacional de Administración y Finanzas*, 7(6): 103-120.

Magaña, D.E., Aguilar, N., Vázquez, J.M. y Zetina, C. (2016). Propiedades psicométricas de un instrumento para medir las condiciones percibidas para la formación científica en estudiantes de pregrado. *Revista del Congreso Internacional de Docencia Universitaria*, 3: 861 -877.

Manzano, Abigail y Salvador Zamora (2009). *Sistema de ecuaciones estructurales: una herramienta de investigación. Cuaderno técnico*. México: Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior.

Martínez, Rosario (2005). *Psicometría: Teoría de los tests psicológicos y educativos*. (2ª Ed.) España: Editorial Síntesis S.A.

Maton, Kenneth I., Beason, Tiffany S., Godsay, Surbhi, Sto. Domingo, Mariano R., Bailey, TaShara C., Sun, Shuyan et al., (2016). Outcomes and Processes in the Meyerhoff Scholars Program: STEM PhD Completion, Sense of Community, Perceived Program Benefit, Science Identity, and Research Self-Efficacy. *Cbe-Life Sciences Education*, 15(48): 1-11. doi: 10.1187/cbe.16-01-0062

Miyahira, Juan M. (2009). La investigación formativa y la formación para la investigación en el pregrado. *Rev Med Hered*, 20 (3): 119-122.

Mohamed, Faizal & Rosdiadee Nordin (2013). Research Efficacy among Engineering and Science Undergraduates. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 102: 164-168. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.10.729

Molina-Ordóñez, Janet, Huamaní, Charles, y Percy Mayta-Tristán (2008). Apreciación estudiantil sobre la capacitación universitaria en investigación: estudio preliminar. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 25(3): 325 – 329.

National Academy of Sciences (2007). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter future*. [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=11463](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11463) (30/12/2016).

Neu, Dean & Cameron Graham (2005). Accounting research and the public interest. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 18(5): 585-591. doi:10.1108/09513570510620457

Petrella, John K. & Alan P. Jung (2008). Undergraduate Research: Importance, Benefits, and Challenges. *Int J Exerc Sci* 1(3): 91-95. <http://www.intjexersci.com> (28/02/2017).

Rand, Jane (2016) Researching undergraduate social science research, *Teaching in Higher Education*, 21(7): 773-789. doi: 10.1080/13562517.2016.1183621

Ream, Robert, K., Lewis, James L., & Reba Page (2014). Trust Matters: Distinction and Diversity in Undergraduate Science Education, *Teachers College Record*, 116(5): 1-50. <http://escholarship.org/uc/item/535387cz> (28/02/17).

Rojas, Mauricio (2010). La actitud estudiantil sobre la investigación en la Universidad. *Investigación y desarrollo*, 18(2): 370-389. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26819931007> (15/03/2012).

Sánchez, Melchor (2015). Apreciación sobre capacitación en investigación y publicación científica en estudiantes universitarios. *Investigación en Educación Médica* 4(13): 50-51.

Schantz, Mark S. (2008). Undergraduate Research in the Humanities: Challenges and Prospects. *Council on Undergraduated Research Quarterly*, 29(2): 26-29. <http://www.cur.org/assets/1/7/winter08schantz.pdf> (28/02/2017).

Staub, Nancy, Poxleitner, Marianne, Braley, Amanda, Smith-Flores, Helen, Pribbenow, Christine M., Jaworski, Leslie, et al., (2016). Scaling Up: Adapting a Phage-Hunting Course to Increase Participation of First-Year Students in Research. *Cbe-Life Sciences Education*, 15(1): 11. doi:10.1187/cbe.15-10-0211.

Tagal, Jemima (2007). Difficulties in undergraduate medical research. *The Clinical Teacher*, 4: 2–5. doi: 10.1111/j.1743-498X.2007.00144.x

Tan, Emily (2007). Research Experiences of Undergraduate Students at a Comprehensive University. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 19(3): 205-215. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ901294.pdf> (28/02/2017).

Toven-Lindsey, Brit, Levis-Fitzgerald, Marc, Barber, Paul H. & Tama Hasson (2015). Increasing Persistence in Undergraduate Science Majors: A Model for Institutional Support of Underrepresented Students. *Cbe-Life Sciences Education*, 14: 1-12. doi: 10.1187/cbe.14-05-0082

Towl, Michael & Carl Senior (2010). Undergraduate research training and graduate recruitment. *Education + Training*, 52(4): 292 – 303. doi: 10.1108/13620430810901660

Víctor-Ponce, Patricia & Clara Isabel Muñoz (2016) ¿La investigación española en Contabilidad de Gestión está alejada de la práctica profesional? La opinión académica. *Revista de Contabilidad*, 19 (1): 45–54. doi: 10.1016/j.rcsar.2015.01.002

Villarejo, Merna, Barlow, Amy E. L., Kogan, Deborah, Veazey, Brian D. & Jennifer K. Sweeney (2008). Encouraging Minority Undergraduates to Choose Science Careers: Career Paths Survey Results. *Cbe-Life Sciences Education*, 7: 394-409. doi: 10.1187/cbe-04-0018

Wallin, Patric, Adawi, Tom & Julie Gold (2017) Linking teaching and research in an undergraduate course and exploring student learning experiences. *European Journal of Engineering Education*, 42(1): 58-74, DOI: 10.1080/03043797.2016.1193125

Wiegant, Fred, Scager, Karin & Johannes Boonstra (2011). An undergraduate course to bridge the gap between textbooks and scientific research. *Cbe-Life Sciences Education*, 10(1): 83-94. doi: 10.1187/cbe.10-08-0100.

Wiley, Emily & Nicholas Stover (2014). Immediate dissemination of student discoveries to a model organism database enhances classroom-based research experiences. *Cbe-Life Sciences Education*, 13(1): 131-138. doi: 10.1187/cbe.13-07-0140.

Yuan, Ke-Hai (2005). Fit Indices Versus Test Statistics. *Multivariate Behavioral Research*, 40(1): 115–148.

Zuluaga, Lina M., Mosqueda, Jemany & Mercedes Higuera (2012). Procesos de formación de líderes investigadores Aplicado a los estudiantes del programa de Arquitectura de la Universidad de Pamplona. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 10(2): 37-47. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105325282004> (28/02/2017).