



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

Propiedades psicométricas de un instrumento para medir las condiciones percibidas para la formación científica en estudiantes de pregrado

Deneb Elí Magaña Medina

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco –División Académica de Ciencias Económico Administrativas. Av. Universidad S/N Zona de la Cultura Colonia Magisterial, Villahermosa, Tabasco, México, C.P. 86040. Correo electrónico: deneb_72@yahoo.com

Norma Aguilar Morales

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco –División Académica de Ciencias Económico Administrativas. Av. Universidad S/N Zona de la Cultura Colonia Magisterial, Villahermosa, Tabasco, México, C.P. 86040. Correo electrónico: gialca@hotmail.com

José Manuel Vázquez Rodríguez

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco –División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez. Av. Universidad S/N Zona de la Cultura Colonia Magisterial, Villahermosa, Tabasco, México, C.P. 86040. Correo electrónico: jm670324@hotmail.com

Carlos David Zetina Pérez

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco –División Académica de Ciencias Económico Administrativas. Av. Universidad S/N Zona de la Cultura Colonia Magisterial, Villahermosa, Tabasco, México, C.P. 86040. Correo electrónico: carzeti@hotmail.com

1. **RESUMEN:** El objetivo de investigación fue determinar la sustentabilidad empírica de un modelo de medición para identificar las percepciones de los alumnos de pregrado sobre las condiciones requeridas para interesarse en la formación científica. Se seleccionó una muestra no probabilística de 289 estudiantes para probar el modelo factorial, el cual obtuvo un ajuste aceptable a los datos de la muestra y cumple con las propiedades psicométricas requeridas.
2. **ABSTRACT:** The research objective was to determine the sustainability of a model empirical measurement to identify the undergraduate students perceptions about the conditions required to be interested in science education. A nonrandom sample of 289 students was selected to test the factorial model, which obtained an acceptable fit to sample data and meets the psychometric properties required adjustment, so it can be concluded that the structural equation model is sustainable empirically.



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

3. PALABRAS CLAVE: propiedades psicométricas, formación científica, pregrado.

KEYWORDS: psychometric properties, scientific training, undergraduate

4. DESARROLLO:

Introducción

La preocupación de que los estudiantes se interesen en la ciencia obedece a la necesidad de aplicar de manera creativa el proceso científico en la generación de conocimiento que permita no ser un simple consumidor sino creador de conocimiento (Wiley y Stover, 2014).

Las Metas Educativas 2021 estipuladas por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI, 2008) reflejan esta preocupación y remarcan la importancia de incrementar el porcentaje de jóvenes que optan por una formación científica o técnica al finalizar sus estudios obligatorios.

De manera particular, países como México en donde la inversión en Ciencia y Tecnología, sin considerar servicios y actividades de posgrado, apenas alcanza el .5% de su producto interno bruto (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONACYT], 2013, p. 17), requieren redoblar esfuerzos para poder competir de manera efectiva en una economía globalizada en donde el conocimiento adquiere un valor de mercado.

Por su estructura demográfica México tiene la oportunidad de educar al mayor volumen de jóvenes en su historia, de este banco demográfico dependerá la competitividad y el futuro de lo que será México del 2016 al 2050 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2015).

Sobre esta problemática, se ha propuesto que las instituciones actúen en tres vertientes: la primera debe centrar la estrategia en la generación de programas orientados a comenzar una verdadera vocación de los jóvenes hacia las actividades científicas y tecnológicas que permitan contar con el factor humano requerido (Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología [FCCyT], 2013; Sobey, Townsed, Metcalf, Bruce y Fazi, 2013), la segunda vertiente debe considerar los sistemas de jubilación y retiro que permita condiciones dignas de jubilación para dar cabida a los jóvenes egresados en los espacios académicos (Didou y Gerard, 2010, 2011), por último se considera que la mirada del sector productivo hacia la ciencia, debe dejar el rol pasivo que lo ha caracterizado para seguir evolucionando con base en el conocimiento que genera, y como principal fuente de captación de recursos humanos de alto nivel, que le permitan ser competitivo en la economía del conocimiento (Hernández, 2005).



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

El estudio que se presenta centra su interés en la primera de las estrategias propuestas, la de generar las condiciones para orientar a los jóvenes universitarios hacia las actividades científicas, pues al iniciar sus estudios de pregrado, los estudiantes demuestran cierto interés por la ciencia e incluso con aspiraciones a desarrollarse en áreas que tradicionalmente se han considerado científicas, sin embargo, se coincide con Godin, Wormington, Pérez, Barger, Snyder et al., (2015) en señalar que después de tener su primer acercamiento con asignaturas relacionadas al quehacer científico optan por la profesionalización y la especialización.

Para poder generar el interés de los jóvenes hacia la ciencia y poder incrementar las vocaciones científicas que México requiere, es indispensable conocer si se poseen las condiciones necesarias para el fomento de las mismas, pues para poder realizar un esfuerzo dirigido hacia la creación de programas de inducción a las ciencias, primero se debe conocer si se cuenta con la infraestructura, física y humana, así como el interés por desarrollarse en el ámbito científico.

El objetivo de la investigación fue determinar la sustentabilidad empírica de un modelo de medición para identificar las percepciones de los alumnos de pregrado sobre las condiciones requeridas para interesarse en la formación científica, sustentada en tres variables: el profesor como ente motivador, la organización como proveedora y promotora de las condiciones favorables para el acercamiento del estudiante hacia las actividades de investigación, y el interés por desarrollar un trabajo recepcional de investigación que le permita obtener la titulación.

En México, los estudios sobre la formación científica se han limitado a presentar cifras sobre programas de fomento a la ciencia (CONACYT, 2013; FCCyT, 2013; INEGI, 2015), sin realmente integrar un análisis del impacto que han tenido estos programas o las condiciones que perciben los estudiantes de pregrado como óptimas para el desarrollo de las actividades de investigación.

Para determinar de manera particular a cada contexto y las condiciones percibidas por los alumnos para la realización de actividades de investigación se hace necesario establecer cuáles son estas condiciones. La literatura y los estudios previos realizados por el grupo de investigación (Aguilar y Magaña, en prensa; Magaña, Vázquez y Aguilar, 2013; Magaña, Aguilar, Pérez, Quijano y Argüelles, 2014), señalan que las variables consideradas en el modelo son fundamentales para determinar si existen estas condiciones, y con ello poder realizar un diagnóstico preciso sobre las estrategias que se pueden desarrollar para abordar la problemática que México presenta sobre la inducción de los jóvenes hacia la ciencia.



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

Revisión Literaria

Rojas (2010) ha remarcado constantemente que las Instituciones de Educación Superior en México requieren entender la formación de investigadores como una de sus prioridades, y que para ello se requieren nuevos modelos educativos que respondan a las necesidades y requerimientos de cada contexto.

Por su parte Gotuzzo, González y Verdonck (2010), han remarcado la importancia de dos de los principales elementos clave en los procesos de formación de investigadores que son: la promoción de entornos estimulantes, considerada en el modelo en las figuras del profesor y la organización, y la identificación proactiva de becarios, representada en el interés percibido por el desarrollo de actividades de investigación para la conclusión de sus estudios de pregrado.

Estudios como el realizado por Toven, Levis, Barber y Hasson (2015) demuestran que también el acompañamiento de compañeros más avanzados que están involucrados en actividades científicas ayuda a la creación de una cultura de investigación y permite que los estudiantes que inician comiencen a verse a sí mismos como científicos, pero este acompañamiento debe estar soportado por un enfoque integral que incluya la asesoría, la creación de la comunidad de apoyo y el involucramiento en actividades de investigación.

Sobre este estudio en particular, Estrada-Hollenbeck, Woodcock, Hernández y Schultz (2011) han señalado que la participación en el proceso de formación científica puede ser entendida a la luz de la teoría de la influencia social, que se produce cuando una persona cambia su comportamiento como resultado de la inducción por alguna otra persona o grupo, por lo tanto, la socialización y la integración de un estudiante en la comunidad científica se ajusta al paradigma clásico de la influencia social, en donde idealmente los agentes de la comunidad científica influyen en los estudiantes para que sigan una carrera en las ciencias, y posteriormente cuando éste estudiante se convierte en un científico profesional, va a influir en la comunidad científica nuevamente renovando el ciclo.

Towl y Senior (2010) ya habían demostrado este fenómeno en un estudio realizado con estudiantes del área de psicología en donde la participación en cursos para entrenarse en técnicas de investigación les permitió desarrollar un sentido de comunidad que resultó ser el principal motivador para seguir realizando actividades científicas.

Una propuesta similar se ha realizado en Latinoamérica en la creación semilleros de investigación en la cual Colombia ha reportado un mayor número de experiencias de este esquema estudiantil que en la que los semilleros aparecen como un espacio en donde el estudiante se involucra en el trabajo cotidiano de un investigador, cuya labor es guiarlo en su proceso de aprendizaje y en la que se crea una comunidad de aprendizaje alrededor de



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

un tema de investigación, o de un proyecto que permita la búsqueda de recursos económicos para mantener vigente la investigación (Quintero, Munévar y Munévar, 2008).

Otra de las alternativas que se proponen, es el enriquecimiento de los planes y programas de estudios con experiencias de investigación en los estudiantes universitarios, pues son factores determinantes para incrementar en ellos su interés por la ciencia y la confianza en sus capacidades para desarrollarse en una carrera científica (Godin et al., 2015; Wiley y Stover, 2014).

Diversos autores (Harrison, Dunbar, Ratmansky, Boyd y Lopatto, 2011; Harvey, Wall, Luckey, Langer y Leinwand 2014; Millspaugh y Millenbah, 2004; Staub, Poxleitner, Braley, Smith, Pribbenow, et al., 2016; Towl y Senior, 2010; Wiegant, Scager y Boonstra, 2010; Wiley y Sotver, 2014), han demostrado que brindar un entorno estimulante en el aula para el desarrollo de experiencias de investigación permite al estudiante incrementar el interés y compromiso con las actividades científicas.

El estudio desarrollado por Harvey et al., (2014) señala que la instrucción didáctica con un pequeño número de cursos que proporcionan capacitación introductoria en técnicas de investigación, es una metodología de aprendizaje poco eficiente y no promueve el interés por las actividades de investigación. Los autores ponen de manifiesto que desarrollar un curso en donde los estudiantes tienen la oportunidad de participar en un proyecto de investigación permite mejorar su percepción hacia las actividades científicas, sin embargo, reconocen que ponerlo en práctica, puede tener limitantes como la disponibilidad de fondos y personal de investigación que podrían servir como tutores.

Por otra parte, es necesario considerar que, aunque se disponga de la infraestructura y un entorno estimulante acompañado de tutores o pares estudiantiles, es indispensable que exista cierta inclinación del estudiante por desarrollarse en la ciencia y para ello es indispensable considerar los factores demográficos y de personalidad (Eagan, Chang, García, Herrera y Garibay, 2013).

Otra de las problemáticas que se reconoce en el modelo, hace referencia a uno de los principales problemas que se han identificado a nivel personal es el síndrome de todo menos tesis (TMT) descrito por Abreu (2015) como un término no reconocido oficialmente en el cual el estudiante ha concluido sus estudios, pero no finaliza el trabajo de investigación, tesis o grado de ascenso. El fenómeno es multifactorial pero entre las principales causas asociadas está el diseño curricular, variables personales y la falta de motivación y confianza del estudiante al realizar las actividades de investigación (Abreu, 2005; Ferrer y Malaver, 2000).

En México los estudios desarrollados previamente por el equipo de investigación (Magaña, Aguilar, Argüelles y Quijano, 2015) han señalado que a pesar de que los estudiantes se



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

incorporan a programas que fomentan el interés en la investigación, como el verano científico, la mayor parte de los mismos no considera la tesis o el trabajo de investigación como una opción para la obtención del grado. Esta situación es atribuida esencialmente a la falta de un modelo en el profesorado que se involucre de manera satisfactoria en actividades de investigación y a programas posteriores que den una tutoría y acompañamiento a los estudiantes que han tenido esta experiencia de investigación, perdiéndose el interés adquirido durante el verano (Magaña, et al., 2014; Aguilar y Magaña, en prensa).

Metodología

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

Para establecer el modelo se utilizó como base el instrumento desarrollado previamente por el grupo de investigación (Magaña, et al., 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.

Para el desarrollo del modelo de medición se siguió el procedimiento propuesto por Abad, Olea, Ponsoda y García (2011), el cual se establece en cuatro pasos: 1) consulta de la literatura, actividad que se realizó con base en los preceptos teóricos de Gotuzzo, et al., (2010) y Rojas, Méndez y Rodríguez (2012); los lineamientos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2006, p.1), para el fomento de las vocaciones científicas, y los trabajos de diversos autores (Amador y López, 2011; Castillo, 2007; Rosas, 2008; Rojas, 2010); 2) elaboración de una primera propuesta del instrumento (Magaña et al., 2013) a la cual se le dio validez de contenido a través del juicio de expertos, estos apoyaron en la revisión de los factores y en la adecuación de los indicadores; c) pilotaje con un grupo de estudiantes de diversas licenciaturas; 3) elaboración del modelo de medición; y 4) realización de análisis factoriales exploratorio y confirmatorio de la estructura propuesta.

Participantes

El estudio fue realizado en una Universidad Pública Estatal en el Sureste de México, en dónde el rezago en investigación es notorio en comparación con el resto de los estados del país (CONACYT, 2014; FCCyT, 2013). Se seleccionaron 289 estudiantes de manera no probabilística por cuotas de cada una de las 11 divisiones académicas existentes al



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

momento de realizar el proceso de recolección de datos, las cuales permitieron representar a las siete áreas del conocimiento de acuerdo a la clasificación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en México. El instrumento 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.

La muestra estuvo conformada por un 33.4 % de hombres y 66.6% de mujeres, 3.5% del área de físico matemáticas y ciencias de la tierra, 12.9% del área de biología y química, 21.6% por estudiantes de medicina y ciencias de la salud, 19.5% humanidades y ciencias de la conducta, 19.5% para el área de ciencias sociales y economía, 5.2% para biotecnología y ciencias agropecuarias y el 17.8% para las ciencias de la ingeniería. El mayor rango de edad fue de 20 a 22 años de edad que representa el 60.9% de la muestra (Tabla 1).

Otro dato considerado dentro del aparatado demográfico fue el trabajo, en dónde el 16.03% de la población encuestada reporta actividad laboral.

Resultados

El modelo de medición que se propone para determinar las “condiciones para la formación científica” (CFC) presenta un valor general del coeficiente alpha de Cronbach de .836 que se considera bueno (Martínez, 2005).

Para la validez de contenido se utilizó un análisis factorial exploratorio con el método Oblimin y extracción de máxima verosimilitud. Los resultados presentan evidencia que los datos son susceptibles para este tipo de análisis ya que los valores del índice Kaiser Meyer Olkin (KMO) fue .826, y la prueba de esfericidad de Bartlett presenta valores significativos (Chi cuadrado=1269.94; $p=.000$). En dicho análisis se confirmó la estructura factorial propuesta, explicando mediante la misma el 54.27 % de la varianza total de los puntajes del constructo, lo cual se considera aceptable (Cea, 2004; Gardner, 2003; Martínez, 2005) (tabla 2).

A través de un análisis factorial confirmatorio, utilizándose la técnica de ecuaciones estructurales, se confirmó la sustentabilidad empírica del modelo propuesto, lo que se muestra en los valores de los principales indicadores de ajuste: $\chi^2 = 98.075$, $p=.000$; CMIN/DF= 2.392; CFI=.954; GFI= .942, IFI= .954; RMSEA= .070 (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 3 y 4).

Con relación a los resultados sobre la percepción del estudiante sobre las tres dimensiones del modelo, se clasificaron las respuestas en tres grupos, el primero se conformó con aquellos sujetos que obtuvieron puntuaciones menores o iguales al percentil 25, otro se



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

conformó con todos aquellos que puntuaron por encima del percentil 25 y por debajo del percentil 75, y el tercer grupo incluyó todos los sujetos que obtuvieron un percentil igual o mayor a 75. Los resultados no difieren significativamente en esta muestra a lo reportado en estudios previos (Magaña et al., 2014), en donde se registra el importante papel del profesor como un modelo a seguir por parte de los estudiantes y un factor decisivo para la elección de una carrera científica (tabla 5).

Discusión y Conclusiones.

El objetivo de la investigación fue determinar la sustentabilidad empírica de un modelo de medición para identificar las percepciones de los alumnos de pregrado sobre las condiciones requeridas para interesarse en la formación científica, y los resultados del análisis factorial exploratorio y el confirmatorio, presentan evidencia de un modelo factorial sustentable.

La importancia del instrumento desarrollado en el presente estudio radica en dar certeza a la conocida relación entre la infraestructura y el apoyo del profesor para mejorar el interés de los estudiantes de pregrado en las actividades de investigación. Es importante contar con un modelo que permita medir las condiciones percibidas como necesarias para desarrollar el interés en las actividades científicas, a través de las dimensiones consideradas en el modelo que han evidenciado su fortaleza teórica y práctica en estudios previos (Gotuzzo, et al., 2010; Magaña et al., 2014; Rojas, 2010; Rojas, et al., 2012).

El estudio permite corroborar lo que diversos estudios (Eagan, et al., 2013; Harvey, et al., 2014; Millspaugh y Millenbah, 2004; Staub, et al., 2016; Towl y Senior, 2010; Wiegant, et al., 2010; Wiley y Sotver, 2014) han puesto de manifiesto sobre el importante rol que debe darse para generar las condiciones requeridas para que los estudiantes de pregrado se motiven a participar en las actividades científicas, y que este interés no se vea disminuido por falta de atención de los profesores, o aspectos presupuestales y de infraestructura de la propia institución.

El estudio de Estrada-Hollenbeck et al., (2011) permite entender a través de la teoría de la influencia social, el rol que los profesores está representando en esta problemática, al igual que el de los compañeros, variable no considerada en el modelo y que presenta una línea de investigación que podría explicar el éxito de las comunidades estudiantiles como lo expresan diversos estudios (Quintero et al., 2008; Harvey, 2014; Toven et al., 2015).

Otro de los factores relevantes a considerar en esta problemática, son los esquemas curriculares en México y sobre los cuales la literatura señala (Godin et al., 2015; Wiley y Stover, 2014) que deben dejar el modelo artesanal (Ovide, 2000) en donde el estudiante es



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

un aprendiz del investigador y limita sus capacidades a lo que el investigador puede ofrecerle, para generar programas que consideren dentro del aula verdaderas experiencias de investigación orientadas a la divulgación de sus resultados de investigación.

El modelo propuesto cumple con las propiedades psicométricas requeridas y es perfectible, pues presenta una aproximación a la medición del constructo “condiciones para la investigación” pero aporta una herramienta de diagnóstico para las Instituciones de Educación Superior en México, que requieren determinar las percepciones de sus estudiantes con respecto a la influencia de sus profesores, las condiciones de infraestructura y otros apoyos, así como el interés personal por desarrollar un trabajo de investigación que pueda despertar su interés por la actividad científica.

4.1. FIGURA O IMAGEN 1

Tabla 1.- Descripción de los valores demográficos de la muestra

Área del conocimiento	Género				Edad			
	Hombre		Mujer		20 a 22		23 o más	
	f _r	%	f _r	%	f _r	%	f _r	%
Físico Matemáticas y Ciencias de la Tierra	5	5.2%	5	2.6%	6	3%	4	4%
Biología y Química	14	14.6%	23	12%	25	14%	13	12%
Medicina y Ciencias de la Salud	21	21.9%	41	21.5%	51	29%	11	10%
Humanidades y Ciencias de la Conducta	14	25%	42	22%	23	13%	34	30%
Ciencias Sociales y Economía	14	25%	42	22%	33	19%	23	20%
Biotecnología y Ciencias Agropecuarias	3	20%	12	6.3%	11	6%	4	4%
Ciencias de la Ingeniería	25	49%	26	13.6%	27	15%	24	21%



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

4.2. FIGURA O IMAGEN 2

Tabla 2.- Resultados del análisis factorial exploratoria de las tres dimensiones del cuestionario para medir condiciones científicas para la formación científica

Indicadores	Carga factorial			Comunalidades
	F1	F2	F3	
Mis profesores impulsan la investigación científica cuando usan sus propios trabajos de investigación para impartir sus asignaturas.	0.702	-0.028	-0.069	0.538
Mis profesores propician la participación en eventos y conferencias de investigación científica.	0.944	-0.041	0.065	0.812
Mis profesores promueven la participación en proyectos de investigación científica.	0.857	0.057	-0.016	0.781
En la universidad se promueve que los estudiantes realicen investigación	0.277	0.207	-0.396	0.513
La universidad cuenta con la infraestructura para la investigación.	0.047	0.026	-0.469	0.260
La universidad realiza eventos para vincular a los estudiantes a la investigación.	-0.036	-0.101	-0.956	0.792
La universidad cuenta con apoyos económicos para que los estudiantes realicen investigación.	-0.010	0.079	-0.558	0.357
La tesis es una opción recomendable de titulación	-0.087	0.793	0.020	0.583
La tesis es mi primera opción de titulación	0.063	0.699	0.072	0.467
En mi carrera hay suficientes tópicos de interés para desarrollar una tesis.	0.007	0.509	-0.074	0.306
El realizar una tesis me permite desarrollar habilidades de investigación	0.004	0.717	-0.058	0.562

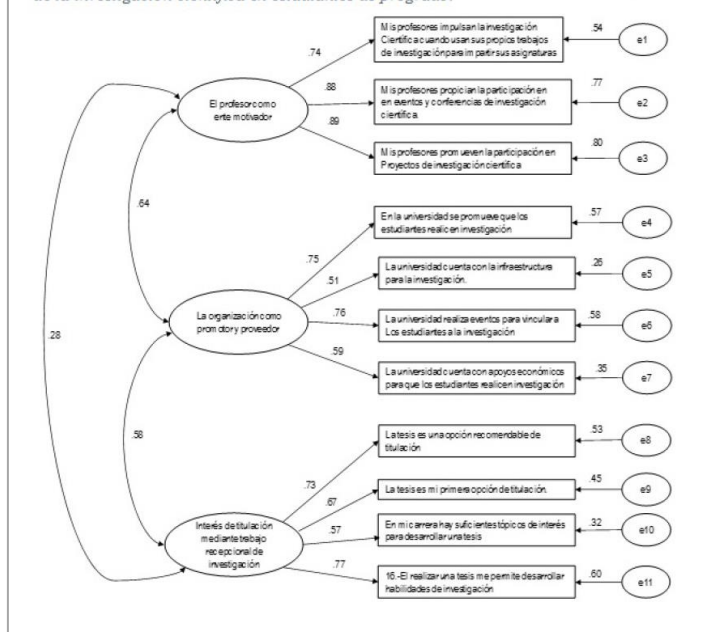
Método de extracción máxima verosimilitud

Método de rotación: Oblimin con normalización Kaiser

a. La rotación ha convergido en 6 iteraciones

4.3. FIGURA O IMAGEN 3

Figura 1.- Modelo de medida para determinar las condiciones necesarias para el fomento de la investigación científica en estudiantes de pregrado.





IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

4.4. FIGURA O IMAGEN 4

Tabla 3: Indicadores de ajuste del modelo estructural para la escala de "condiciones para la formación científica" (CFC).

Indicador	Valores favorables	Valor Obtenido*
Razón χ^2/gl	> 2	2.39
Índice de bondad de ajuste (GFI)	$\geq .90$	.942
Raíz cuadrada residual (RMR)	< .05	.042
Índice ajustado de bondad de ajuste (AGFI)	$\geq .90$	.906
Índice de ajuste normado (NFI)	$\geq .90$	.924
Índice comparativo de ajuste (CFI)	$\geq .95$	.954
Índice de Tucker-Lewis (TLI)	$\geq .90$	.938
Error cuadrático medio de aproximación (RMSEA)	.05 a .08	.070

Nota: Valores referencia tomados de Herrero (2010); Manzano y Zamora (2009) y Yuan (2005).

4.5. FIGURA O IMAGEN 5

Tabla 4.- Parámetros estimados del modelo estructural para la escala de "condiciones para la formación científica" (CFC).

Observado	Latente	Parámetros estimados	S.E.	CR	P
P1	El profesor como entre motivador	1.000			
P2	El profesor como entre motivador	1.223	.087	14.397	***
P3	El profesor como entre motivador	1.269	.087	14.513	***
P4	La organización como promotor y proveedor	1.000			
P5	La organización como promotor y proveedor	.749	.095	7.859	***
P6	La organización como promotor y proveedor	.969	.086	11.331	***
P7	La organización como promotor y proveedor	.806	.089	9.032	***
P8	Interés en titulación mediante un trabajo recepcional de investigación	1.000			
P9	Interés en titulación mediante un trabajo recepcional de investigación	1.250	.128	9.728	***
P10	Interés en titulación mediante un trabajo recepcional de investigación	.772	.092	8.401	***
P11	Interés en titulación mediante un trabajo recepcional de investigación	.828	.077	10.714	***

*** $p < 0.0001$



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

4.6. FIGURA O IMAGEN 6

Tabla 5: Distribución de frecuencias para las dimensiones del modelo de medición de la escala de "condiciones para la formación científica" (CFC).

Dimensión	Categorías de Análisis	Percentil	Valores	%
El investigador como ente motivador.	El profesor investigador no motiva a la realización de actividades de investigación	25	Valores ≤ 3	34.6
	El profesor investigador motiva con aspectos a mejorar la realización de actividades de investigación	50 - 75	$4 < 4.33$	42.2
	El profesor investigador motiva a la realización de actividades de investigación	100	Valores ≥ 4.33	23.2
La organización como promotor y proveedor de condiciones para el desarrollo de actividades de investigación.	Se percibe que la Institución no promociona y dispone de apoyos e infraestructura para la realización de actividades de investigación por parte de los estudiantes	25	Valores ≤ 3.75	36.0
	Se percibe que la Institución con aspectos a mejorar promociona y dispone de apoyos e infraestructura para la realización de actividades de investigación por parte de los estudiantes	50 - 75	$3.76 < 4.5$	28.7
	Se percibe que la Institución promociona y dispone de apoyos e infraestructura para la realización de actividades de investigación por parte de los estudiantes	100	Valores ≥ 4.5	19.7
Interés de titulación mediante un trabajo recepcional de investigación	La titulación por tesis no es la primera opción del estudiante universitario	25	Valores ≤ 4	40.5
	La titulación por tesis en ocasiones es la primera opción del estudiante universitario	50 - 75	100	59.5

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad, F., Olea, J., Ponsoda, V., y García, C. (2011). Medición en ciencias sociales y de la salud. Madrid, España: Editorial Síntesis.

Abreu, J.L. (2015). Síndrome Todo Menos Tesis (TMT). International Journal of Good Conscience. 10(2), 246-259.

Aguilar, N. y Magaña, D. (en prensa). La formación en investigación en el pregrado y su relación con la presencia de las mujeres en el Sistema Nacional de Investigadores. En A. Mendieta (Eds), Educación Superior: Formación, Investigación y Evaluación. Análisis y propuestas de las Investigadoras del Sistema Nacional de Investigadoras (41-60). México: Piso 15 Editores.

Amador, E. y López, L.J. (2011). Incorporación temprana a la investigación. Cuadernos de Educación y Desarrollo, 3(28). 1-9. Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/ced/28/amlr.htm>

Blunch, N. (2013). Introduction to Structural Equation Modeling Using IBM SPSS Statistics and Amos (2nd ed.). Londres: SAGE.



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

Castillo, M. (2007). Identificación de estrategias para la formación de investigadores desde la escuela. *Studiositas Revista de la Universidad Católica de Colombia* 2(2), 20 - 29.

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

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONACYT]. (2013). Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación México 2013. Recuperado de <http://www.conacyt.gob.mx/siicyt/index.php/estadisticas/publicaciones/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-y-tecnologia-2002-2011/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-2002-2011-b/2414-2013-informe-2013/file>

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

Didou, A., y Gérard, E. (2010). El Sistema Nacional de Investigadores, Veinticinco años después. La comunidad científica entre distinción e internacionalización. México: ANUIES.

Didou, A., y Gérard, E. (2011). El Sistema Nacional de Investigadores en 2009. ¿Un vector para la internacionalización de las élites científicas? *Perfiles Educativos*, 33(132), 29-47. Recuperado de <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=13218510003>

Eagan, M. K., Hurtado, S., Chang, M. J., Garcia, G. A., Herrera, F. A., & Garibay, J. C. (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

Estrada-Hollenbeck, M., Woodcock, A., Hernandez, P. R., & Schultz, P. W. (2011). Toward a Model of Social Influence that Explains Minority Student Integration into the Scientific Community. *J Educ Psychol*, 103(1), 206-222. doi:10.1037/a0020743

Ferre, Y. & Malaver, M. (2000). Factores que inciden en el Síndrome Todo Menos Tesis (TMT) en las maestrías de la Universidad del Zulia, *Opción* 16(31), 112-129.

Foro Consultivo Científico y Tecnológico [FCCyT] (2013b). Sobre la propuesta de jubilación de los miembros del SNI. México: Autor. Recuperado de http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/sni_informe_final.pdf

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

Godin, E. A., Wormington, S. V., Perez, T., Barger, M. M., Snyder, K. E., Richman, L. S., Linnenbrink-Garcia, L. (2015). A Pharmacology-Based Enrichment Program for



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

Undergraduates Promotes Interest in Science. Cbe-Life Sciences Education, 14(4), 12. doi:10.1187/cbe.15-02-0043

Gotuzzo, E., González, E. y Verdonck, K. (2010). Formación de investigadores en el contexto de proyectos colaborativos: experiencias en el instituto de medicina tropical "Alexander Von Humboldt", Universidad Peruana Cayetano Heredia. Revista Peru Med Exp. Salud Pública, 27(3), 419 - 427.

Harrison, M., Dunbar, D., Ratmansky, L., Boyd, K., & Lopatto, D. (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

Hernández, U. (2005) Propuesta Curricular para la consolidación de los Semilleros de Investigación como espacios de Formación Temprana en Investigación. Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa [en línea], 1(2). 1-13. Recuperado de <http://revista.iered.org/v1n2/html/uhernandez.html>

Herrero, J. (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.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015 de los Estados Unidos Mexicanos. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/especiales/ei2015/doc/eic2015_resultados.pdf

Magaña, D.E., Aguilar, N., Argüelles, L. & Quijano, R (2015). Titulación en la modalidad de tesis en el pregrado, programa de verano científico: evidencias de México. Revista Global de Negocios, 7(6), 103-120.

Magaña, D.E., Aguilar, N., Pérez, M., Quijano, R. & Argüelles, L. (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., Vázquez, J.M. y Aguilar, N. (2013, abril). Desarrollo de una escala para medir el interés en la formación temprana en investigación. Una muestra en estudiantes universitarios. En memorias del XVII Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas (pp. 1-30), Guadalajara, Jalisco. UNIVA.



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

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

Martínez, R. (2005). Psicometría: Teoría de los tests psicológicos y educativos. (2daEd.) España: Editorial Síntesis S.A.

Millspaugh, J. & Millenbah, K. (2004). Values and structure of research experiences for undergraduate wildlife students. Wildlife Society Bulletin, 32(4), 1185-1194.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] (2006, 16- 22 de octubre). Enseñanza de las ciencias y la tecnología. Texto de Información en el contexto del 60º aniversario de la UNESCO. Oficina de Información Pública Memobpi, sitio web UNESCO. Recuperado de http://www.unesco.org/bpi/pdf/memobpi59_scienceeduc_es.pdf

Organización de Estados Iberoamericanos [OEI] (2008). Metas 2021. La educación que queremos para las generaciones de los Bicentenarios. Madrid

Ovide, M. (2000). La formación de los investigadores jóvenes. Fundamentos en Humanidades, 1(1), 90-92.

Quintero, J., Munévar, R. A., & Munévar, F.I. (2008). Semilleros de investigación: una estrategia para la formación de investigadores. Educación y Educadores, 11(001), 31-42.

Rojas, M. (2010). La actitud estudiantil sobre la investigación en la universidad. Investigación y Desarrollo, 18(2), 370 - 389.

Rojas, H., Méndez, R. & Rodríguez, A. (2012). Índice de actitud hacia la investigación en estudiantes del nivel de pregrado. Entramado, 8(2), 2016-229.

Rosas, C.P. (2008). La carrera de investigador como programa de vida para el estudiante del instituto politécnico nacional. Tesis para obtener el grado de maestra en ciencias en metodología de la ciencia. Instituto Politécnico Nacional Centro De Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales. Recuperada de: http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/3488/1/LACARRERADEINV_ESTIGADOR.pdf

Sobey, A.J., Townsed, N.C., Metcalf, C.D., Bruce, K.D. y Fazi, F.M. (Mayo, 2013). Incorporation of Early Career Researchers within multidisciplinary research at academic institutions. Evaluation, 22, 169-178. DOI: 0.1093/reseval/rvt004

Staub, N., Poxleitner, M., Braley, A., Smith, H., Pribbenow, H., Jaworski, L., Lopatto, D., & Anders, K. (2016). Scaling Up: Adapting a Phage-Hunting Course to Increase Participation



IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

of First-Year Students in Research. Cbe-Life Sciences Education, 15(1), 11. DOI:10.1187/cbe.15-10-0211.

Toven-Lindsey, B., Levis-Fitzgerald, M., Barber, P. H., & Hasson, T. (2015). Increasing Persistence in Undergraduate Science Majors: A Model for Institutional Support of Underrepresented Students. Cbe-Life Sciences Education, 14(2), 12. doi:10.1187/cbe.14-05-0082

Towl, M., & Senior, C. (2010). Undergraduate research training and graduate recruitment. Education + Training, 52(4), 292-303. doi:10.1108/00400911011050963

Wiegant, F., Scager, K. & Boonstra, J. (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, E. & Stover, N. (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, K. (2005). Fit Indices Versus Test Statistics. Multivariate Behavioral Research, 40(1), 115 -148.