



ITESO

## COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN ESTUDIANTES DE POSGRADO DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS

Ángel Alberto Valdés Cuervo, José Ángel Vera Noriega\*, Ernesto Alonso Carlos Martínez\*\*

**Currículo:** maestro en Investigación. Profesor investigador en el Departamento de Educación del Instituto Tecnológico de Sonora. Sus líneas de investigación versan sobre familia y crianza, educación superior y violencia escolar.

\***Currículo:** doctor en Ciencias. Profesor investigador y jefe del Departamento de Desarrollo Humano y Bienestar Social del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC. Sus líneas de investigación versan sobre familia y crianza, educación superior y formación docente.

\*\***Currículo:** doctor en Ciencias. Profesor investigador del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme. Sus líneas de investigación versan sobre educación superior y evaluación educativa.

**Recibido:** 22 de agosto de 2011. Aceptado para su publicación: 2 de marzo de 2012.

**Como citar este artículo:** Valdés, A. A., Vera, J. A., Carlos, E. A. (julio-diciembre, 2012). Competencias científicas en estudiantes de posgrado de ciencias naturales e ingenierías. Sinéctica, 39. Recuperado de [http://www.sinectica.iteso.mx/index.php?cur=39&art=39\\_02](http://www.sinectica.iteso.mx/index.php?cur=39&art=39_02)

### Resumen

Este estudio tiene el propósito de evaluar los posgrados de ciencias naturales e ingenierías en el estado de Sonora, México, desde la perspectiva de la formación de capital humano especializado. Se determinó la percepción de los estudiantes adscritos a dichos posgrados respecto a la importancia y el nivel de desarrollo alcanzado por ellos en las competencias científicas. Se elaboraron ex profeso dos instrumentos para medir la importancia y el nivel de desarrollo de competencias científicas. Para fortalecer las propiedades psicométricas de los instrumentos, se realizaron análisis factoriales con el método Oblimin y extracción de máxima verosimilitud; en ambos casos, se obtuvieron tres factores que explicaron 62.1 y 52.5% de la varianza, respectivamente. Los resultados señalan que desde la perspectiva de los estudiantes, los posgrados cumplen su función de formadores de científicos, aunque deben realizar acciones para mejorar la competencia relacionada con la gestión de recursos y, en general, para procurar que la importancia que los estudiantes brindan a las competencias en el currículo sea acorde con el desarrollo alcanzado por ellos.

**Palabras clave:** educación superior, posgrados, competencias científicas, evaluación.

### Abstract

A study was conducted with the aim of assessing the postgraduate programs in Natural Science and Engineering in Sonora, Mexico, in their function as human capital educators. It was determined the students perception of the programs regarding the importance and development reached in scientific competencies. To assess the importance and development of competencies, two instruments were designed on purpose. To strengthen the instruments psychometric properties, there were made factor analysis using the Oblimin method, and an extraction of Maxima probability. It was found that in both cases, three factors explained the 62.1% and 52.5% of variance, respectively. The outcomes

point out that from students perspective, the postgraduate programs fulfill their function as human capital educators but they must implement actions to improve the resource management competency and to secure that the importance given to competencies in the curriculum is directly related to students achievement in developing the competencies.

**Keywords:** higher education, postgraduate programs, scientific competencies, assessment.

## INTRODUCCIÓN

El problema del desarrollo es complejo y, por ende, debe ser abordado desde perspectivas diversas; una de las acciones recomendada tanto por organismos nacionales como internacionales (Fondo Consultivo Científico y Tecnológico [FCCyT], 2006; Organisation for Economic Co-operation and Development [OCDE], 2007) es la implementación de políticas públicas que organicen el desarrollo alrededor de oportunidades basadas en el conocimiento. Éste es reconocido actualmente como un ingrediente clave subyacente a la competitividad de las regiones, naciones, sectores y empresas. La base de conocimientos de una economía puede ser definida como la capacidad de crear e innovar en procesos y productos (Huggins & Izushi, 2007; López, 2005).

Para el FCCyT (2008), el desarrollo basado en el conocimiento debe tener como punto central el logro del bienestar social de cada vez más amplios sectores de la población, lo cual se traduce en una mejor calidad de vida. Este desarrollo implica diferentes acciones que se relacionan mutuamente y asumen este orden: formación de recursos humanos de alto nivel; generación de conocimientos; transferencia de conocimientos; valoración y apropiación social de los conocimientos; productividad; competitividad; y crecimiento y desarrollo.

En las sociedades del conocimiento, la innovación científica y tecnológica (ICyT) se relaciona directamente con una educación de mayor calidad, especialmente en las áreas científicas y tecnológicas, que son las que permiten el rápido cambio y la difusión de las tecnologías necesarias para competir en la sociedad del conocimiento (Villareal, 2002). El valor estratégico del conocimiento en el desarrollo en las sociedades actuales consolida el papel de las relaciones de las instituciones de educación superior (IES) y los sectores productivos y sociales. Las comunidades que transitan hacia las sociedades del conocimiento ofrecen a las IES nuevas posibilidades y retos, tanto en sus tareas de formadoras de capital humano, en especial de investigadores y tecnólogos, como en la generación y transferencia del conocimiento.

### *Características del sistema de educación superior en México*

Uno de los obstáculos de México para el desarrollo de una economía basada en las oportunidades del conocimiento se deriva de los graves problemas de la educación superior. Ésta enfrenta rezagos importantes en varios rubros, en especial en lo relativo a su financiamiento, al cual sólo se le dedica .81% del producto interno bruto, uno de los presupuestos más bajos dentro de los países de la OCDE; además, 90% del presupuesto asignado se dedica a gastos ordinarios y de operación (Rubio, 2006).

Aunque ha aumentado de modo considerable la cobertura de la educación superior, aún continúan siendo insuficientes los recursos humanos formados dentro de ella. Lo anterior se pone en evidencia con el hecho de que en 2007-2008 ésta apenas alcanzó una cobertura nacional de 26.8% de la población (Tuirán, 2008). A

lo anterior, se añade que la eficiencia terminal en este nivel alcanza únicamente 57.2% (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior [ANUIES], 2008a).

Andión (2007) sostiene que 90% de las IES se dedican exclusivamente a la docencia y la investigación se concentra en las universidades públicas estatales y en los centros de investigación. Esto es parte de la explicación de los siguientes datos:

- El factor de impacto de los artículos que se producen en México es de 3.16, lo cual es inferior a la media mundial de 4.82.
- El número de patentes nacionales concedidas en 2008 fue 197 contra 10 243 extranjeras.
- Sólo existen registrados en el ámbito nacional 574 inventores, de los cuales 242 (42.2%) se ubican en el Distrito Federal y el Estado de México (Instituto Nacional de Geografía y Estadística [INEGI], 2009).

#### Situación del posgrado

El posgrado debe constituir el factor en que se base la generación del conocimiento en las IES, y desde el cual se ha de partir para aumentar el impacto de dichas instituciones en las regiones (Acosta, 2000). A pesar del indiscutible papel del posgrado en la generación y aplicación de conocimientos y tecnologías, no son halagüeñas sus cifras de crecimiento, las cuales son casi uniformes: en 1995, representaba 5.4% del nivel de licenciatura, y ascendió en el transcurso de casi diez años a únicamente 7.3% (López y Sandoval, 2007); incluso, la ANUIES (2008a) lo sitúa en 6.6% del nivel de licenciatura. Por otra parte, del total de la cobertura del posgrado, sólo 7.9% pertenece a programas de doctorado.

Al fenómeno anterior se une la falta de proporción del crecimiento de la matrícula en el posgrado: mientras en las áreas sociales y administrativas creció entre 1994-2004 en 11%, en las ciencias naturales, 2%; en las ingenierías y tecnológicas, 5%; incluso en las ciencias de la salud experimentó un descenso de 9% (López y Sandoval, 2007). Otro dato que ilustra el desbalance del posgrado por área del conocimiento es que en 2008, según la ANUIES (2008a), se titularon 174 282 estudiantes de posgrado, de los cuales 80 376 (46.1%) eran de ciencias sociales y administrativas. Vale la pena comentar que sólo 244 (5.3%) de los 4 600 programas de posgrado existentes en el país cumplen con los requisitos para ser considerados de alto nivel o competentes a escala internacional (FCCyT, 2006). Por otro lado, la ANUIES (2008a) revela que, de 5 313 programas de posgrado existentes en el país, sólo 1 216 (22.9%) se encuentran en el padrón de excelencia del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

#### *La educación superior en Sonora*

En Sonora, 80% de la matrícula se agrupa en las áreas de ciencias sociales y administrativas e ingeniería y tecnología, lo cual es una tendencia similar a la observada en el orden nacional; esto es síntoma de un desbalance en la oferta educativa, la cual deja descuidadas algunas áreas importantes para el desarrollo regional, como serían las ciencias agropecuarias (ANUIES, 2008a). En lo relativo a los investigadores pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), su número ha ido creciendo poco a poco: mientras que en 2002 se tenían 134 investigadores dentro del sistema, esto es, 1.7% del total nacional, en 2009 esta cifra ascendió a 293, que representa

1.9% del total del país con una tasa de crecimiento anual de 11.2% (FCCyT, 2010).

Un aspecto que ilustra las desigualdades de las IES en Sonora es lo relativo a la generación y aplicación de conocimientos y tecnologías, ya que únicamente nueve instituciones de nivel superior tienen investigadores en el SIN, de las cuales tan sólo la Universidad de Sonora y el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo poseen 231 investigadores miembros del SNI, lo cual representa 78.8% del total en el estado (FCCyT, 2009).

Lo anterior lleva a dos cuestionamientos íntimamente relacionados entre sí y que influyen en el papel de la educación superior en desarrollo regional: ¿responde el posgrado a las necesidades de la región? y ¿el crecimiento de la matrícula en el estado ha sido acompañado de un aseguramiento de la calidad de los egresados? Precisamente este estudio pretende aumentar la comprensión de ambos cuestionamientos desde el punto de vista del análisis de las competencias de los egresados de los posgrados.

### El posgrado en Sonora

En 2006-2007, cursaron estudios de posgrado en el estado 5 213 estudiantes, que representan 6.6% de los estudiantes de licenciatura. El peso mayor del posgrado recae en dos áreas: sociales y administrativas, y educación y humanidades; ambas representan 86.7% del total de estudiantes del posgrado en el estado (ANUIES, 2008a). Tan sólo seis IES en la entidad ofrecen programas de posgrados relacionados con ingenierías, tecnologías de la información y comunicación (TIC) y ciencias naturales y exactas. En su total, ofrecen 26 programas de estudios en estas áreas, de los cuales sólo diez corresponden al nivel de doctorado.

### *Problematización del tema*

La OCDE (2007) sostiene que las IES pueden ser un motor esencial del desarrollo de sus regiones e impactar éste en múltiples dimensiones, todas ellas profundamente relacionadas. Estas dimensiones abarcan aspectos como la creación y transferencia de conocimiento y tecnología a sus regiones; la transferencia de conocimiento y tecnología a través de la educación y el desarrollo de capital humano, así como la promoción del desarrollo social, cultural y comunitario.

En México, la idea acerca de la importancia de la educación para el desarrollo basado en las oportunidades del conocimiento, ha ganado terreno. Esto se constata en el acuerdo de las autoridades educativas del país, con lo planteado en la Conferencia Mundial sobre Educación Superior, que refiere que la educación superior debe constituir la base fundamental para la construcción de una sociedad del conocimiento inclusiva y diversa, y que debe tener dentro de sus funciones: acortar la brecha de desarrollo con los países del primer mundo al incrementar la transferencia del conocimiento; buscar nuevas formas de incentivar la investigación e innovación, por medio de asociaciones con los sectores públicos y privados; desarrollar una innovación científica y tecnológica que permita contribuir a la solución de los problemas regionales; y crear asociaciones con los sectores sociales y empresariales que les reporten beneficios mutuos (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2009).

La ANUIES (2000), al establecer los lineamientos de la educación superior, sostiene que ésta debe enfrentar de manera eficiente importantes desafíos cuya resolución implica consolidar todas sus funciones. Dentro de tales retos menciona:

- Encontrar equilibrios entre las tareas que implican la inserción en la comunidad internacional y la atención a las necesidades propias de su región.
- Búsqueda del conocimiento por sí mismo y la atención a las necesidades sociales.
- Búsqueda del desarrollo de competencias genéricas o de competencias específicas.
- Responder a las necesidades de la industria o adelantarse y proyectar el futuro mundo del trabajo.

Según Casas, Luna y Gutiérrez (2002), en los estudios acerca de la ICyT realizados en México, que toman fuerza en la década de los noventa, se produce una intersección cada vez más evidente con el campo de la educación superior. En el contexto de esta tendencia se inscribe el estudio aquí presentado, cuyo objetivo es evaluar la función de las IES en Sonora, en lo relativo a la formación de recursos humanos, con las competencias necesarias para desenvolverse dentro de la sociedad del conocimiento y constituirse en motores del desarrollo regional.

#### *Objetivo general*

El importante papel que desempeñan las IES en la sociedad del conocimiento a cuyo desarrollo contribuyen de múltiples maneras, en particular a través de la formación de un capital humano que posea las competencias científicas necesarias para producir nuevos conocimientos y tecnologías, justifica la necesidad que se tiene de evaluar esta función. En el contexto anterior, se evalúan las IES de la región y, en especial, los posgrados de ciencias y tecnologías respecto a su función formadora de capital humano, mediante la descripción de la percepción que los estudiantes de los posgrados de ciencias naturales e ingenierías en el estado poseen sobre la importancia de las competencias científicas en los currículos de estos programas, así como el nivel de desarrollo que ellos perciben han alcanzado en dichas competencias durante sus estudios de posgrado. También se pretende relacionar estas percepciones acerca de la importancia y desarrollo de las competencias científicas con la existencia de condiciones y estímulos dentro de los programas de posgrado.

#### *Preguntas de investigación*

- ¿Cuál es el nivel de importancia percibido por los estudiantes de las competencias científicas dentro de los programas de estudio de los posgrados en ciencias naturales e ingenierías?
- ¿Cuál es el nivel de desarrollo que perciben haber alcanzado los estudiantes de posgrados en ciencias naturales e ingenierías en las competencias científicas como resultado de sus estudios de posgrado?
- ¿Existe relación entre la importancia atribuida por los estudiantes a las competencias científicas en sus programas y el nivel de desarrollo que perciben han alcanzado en ellas?
- ¿Existe relación entre las condiciones creadas para la investigación en el programa de posgrado y el desarrollo percibido por los estudiantes de sus propias competencias científicas?

## REFERENTES TEÓRICOS

### *Factores que inciden en el desarrollo en la sociedad del conocimiento*

El desarrollo en las sociedades del conocimiento depende de las capacidades internas de los países, sus sistemas de innovación y los diversos agentes involucrados en el conjunto: Estado-IES-empresas-sociedad civil. Todos estos agentes y sus vinculaciones determinan las características de los sistemas y hacen que éstos sean más o menos complejos e integrados (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]/Secretaría General Iberoamericana [SEGIB], 2010; Erbes *et al.*, 2009; Etkowitz, 2002).

Slaughter (1998) sostiene que en la mayoría de los países existen políticas que promueven la investigación y el desarrollo desde una perspectiva comercial, por lo que han elaborado currículos educativos enfocados al mercado, los cuales incluyen dentro de las actividades de las IES la comercialización de los resultados de la investigación. CEPAL/SEGIB (2010) considera que contar con políticas públicas que favorezcan las capacidades de las IES para realizar investigación y formación de capital humano, puede definir la velocidad y el éxito con que una economía absorbe un nuevo paradigma tecnológico.

### *Los sistemas nacionales de innovación tecnológica (SNIT) en la sociedad del conocimiento*

Para Lundvall (1992), un SNIT se define como un conjunto de agentes, instituciones y normas en que se apoyan los procesos de incorporación de tecnología que influyen en el ritmo de generación, adaptación y difusión de conocimientos en todas las actividades productivas, y en este caso se agregarían las sociales en general. La adopción del concepto de SNIT tiene ventajas, ya que ofrece una guía práctica para identificar a las instituciones, los procedimientos y el funcionamiento de los actores que pueden ser considerados fundamentales en la innovación (Albornoz, 2009).

Existe una serie de factores y procesos clave para la operación y viabilidad de un sistema de innovación. Algunos de los factores centrales descritos por Lundvall (1992) son:

- Organización interna de las empresas.
- Relaciones interempresariales.
- El rol del sector público (agencias gubernamentales).
- Los arreglos institucionales del sector financiero.
- La intensidad y organización de la investigación y el desarrollo (universidades y centros de investigación).

### *La educación superior en la sociedad del conocimiento*

Según la UNESCO (1998), además de las misiones tradicionales de enseñanza, formación e investigación, las IES deben contribuir a resolver los problemas locales, regionales, nacionales y a la promoción de la ética y los valores que promuevan los derechos humanos y la convivencia pacífica. Esta misma organización engloba a las distintas acciones de las IES en dos grandes funciones:

- Misión de educar, formar y realizar investigaciones: comprende una serie de acciones como: formar graduados altamente calificados y responsables; favorecer el aprendizaje permanente; promover, generar y difundir conocimientos por medio de la investigación; contribuir a comprender,

preservar y difundir las culturas regionales; fomentar el desarrollo de valores sociales; y apoyar el desarrollo de la educación en todos los niveles.

- **Función ética y de responsabilidad social:** implica que tanto profesores como estudiantes deberán: someter todas sus actividades a las exigencias de la ética y del rigor científico-intelectual; poder opinar sobre los problemas éticos, culturales y sociales con total autonomía y responsabilidad; defender los valores universalmente aceptados; y contribuir a la definición y tratamiento de los problemas que afectan a la sociedad en general.

Como se aprecia, de manera consistente se mencionan entre las funciones universitarias, además de las tradicionales de docencia, investigación y extensión, las de transferencia de conocimientos hacia la sociedad y, en particular, hacia los actores sociales y económicos reales cuyo papel se relaciona con el uso y la explotación del conocimiento. Esto significa que se vislumbran a las IES como actores fundamentales en la resolución de problemas concretos de su entorno (Didriksson, 2008; Sobrinho, 2008).

En la actual sociedad del conocimiento se le ha brindado particular interés a las funciones de investigación y transferencia de conocimientos que desarrollan las IES, lo cual se explica, según Connell (2004), por el aumento de la importancia del conocimiento y la investigación en la economía y el papel que desempeñan las políticas de ciencia y tecnología en los gobiernos. Esta función de transferencia de conocimientos puede adoptar, según Vessuri (2008), las formas siguientes: formación de graduados y especialmente de egresados de posgrados; creación de propiedad intelectual (patentes y copyright); *emprededurismo* (*spin-offs*); contratos con la industria; contratos con instituciones públicas; participación en la elaboración o implementación de políticas públicas; involucramiento en la vida social y cultural de la comunidad; y apoyo a una mayor comprensión social de la ciencia.

### *Competencias científicas*

Por competencia se entiende un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que se manifiestan en diversos contextos y permiten cumplir con requerimientos sociales (Tobón, 2008). Por su parte, las competencias científicas se pueden definir como el “conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos” (Hernández, 2005, p. 9).

Las competencias se expresan en distintos niveles, ya que pueden ser genéricas, es decir, generales a cualquier puesto de trabajo, por lo cual constituyen una condición necesaria, pero no suficiente para su desarrollo (Valdés et al., 2010). Por su parte, las competencias técnicas son las que demanda específicamente el puesto de trabajo e involucran el dominio de conocimientos, procedimientos y experiencia (Morales y Velardía, 1999).

Consistentemente con esta clasificación, Pirela y Prieto (2006) sostienen que las competencias necesarias para la investigación se pueden dividir en dos grandes grupos: genéricas, las cuales se relacionan con habilidades generales y cualidades personales y de relaciones humanas, y técnicas, que implican el conocimiento del contenido y de los procesos relacionados con el área.

Existe discrepancia en la manera de conceptualizar y las posturas relativas a la

enseñanza de las competencias científicas, ya que ambos son campos en construcción donde existen posturas diversas. No obstante, casi todos los expertos en el tema coinciden en que el desarrollo de competencias científicas es parte esencial de la formación del posgrado porque en él se espera formar un profesional capaz de apropiarse del discurso científico, crear conocimientos y transferirlos a la sociedad (ANUIES, 2000; Sánchez, 2008; UNESCO, 2009; Yurén, 1999).

## **MÉTODO**

### *Tipo de estudio*

Se utilizó una metodología cuantitativa con un diseño transeccional de tipo descriptivo relacional.

### *Población*

La población objeto de estudio estuvo compuesta por los estudiantes del último semestre de maestría, así como de los programas de doctorados en ciencias naturales e ingenierías de tres instituciones de educación superior del estado de Sonora (dos universidades públicas y un centro de investigación Conacyt), inscritos durante el semestre septiembre-diciembre de 2010. En total se consideraron 360 estudiantes de estos posgrados, de los cuales 280 eran de maestría y 80, de doctorado.

### *Muestra*

Se realizó un muestreo aleatorio simple de los estudiantes de posgrado; se tuvo en cuenta que estuvieran representados en la muestra las instituciones, el posgrado y el grado de estudios. La determinación del tamaño de muestra se llevó a cabo con 95% de confiabilidad de acuerdo con lo establecido por Stephen y William (1983). En total, participaron en el estudio 167 estudiantes adscritos a las tres instituciones ya mencionadas, de los cuales 122 cursaban una maestría y 45, un doctorado.

### *Instrumentos*

Para el desarrollo de los instrumentos, se revisaron estudios que establecían una serie de desempeños involucrados en las competencias científicas (Cabrero *et al.*, 2011; León, 2008; Sánchez, 2008; Valladares, 2011). A partir del análisis de dicho estudio y de la discusión con expertos, se concluyó que las competencias científicas se podían clasificar en tres grupos:

- Competencias genéricas, definidas como conocimientos, habilidades y actitudes elementales para el desempeño profesional.
- Gestión de recursos para la investigación, lo cual trata de conocimientos, habilidades y actitudes que facilitan la adquisición de recursos para la investigación y la comercialización de sus resultados.
- Generación y divulgación del conocimiento, que refieren conocimientos, habilidades y actitudes que facilitan el llevar a cabo proyectos de investigación y publicar sus hallazgos.

Con base en este esquema clasificatorio, se elaboraron dos instrumentos: uno dirigido a evaluar la importancia de las competencias científicas en los currículos de los posgrados estudiados, y otro, enfocado a determinar la percepción de los estudiantes de estos posgrados acerca del desarrollo alcanzado por ellos en dichas

competencias. El cuestionario que mide la importancia de las competencias en el currículo se responde con una escala tipo Likert con seis opciones de respuesta, que van desde “nada importante” (1) hasta “muy importante” (6). Por otra parte, para el que mide el nivel de desarrollo de las competencias se utilizó también una escala tipo Likert con seis opciones de respuesta, que van desde “nada desarrollada” (1) hasta “muy desarrollada” (6).

Se propusieron tres factores. El primero, relativo a la existencia de competencias genéricas, en las que se incluyeron aquellas de amplio espectro relativas a una gran variedad de profesiones, tomándose como base la propuesta de Beleitone *et al.* (2007) en el proyecto Tuning-América Latina. Dentro de éstas, se encuentran la planificación de tiempo y el comunicarse de manera escrita en un segundo idioma, entre otras. El segundo incluyó la competencia de gestión de recursos para la investigación, que consideró indicadores concernientes tanto a la elaboración de proyectos para la obtención de recursos como aquellos que evaluaron la protección comercial de los conocimientos y su comercialización. El tercer factor, denominado generación y divulgación del conocimiento, evaluó competencias que permiten la producción y publicación de los conocimientos a través de indicadores como el conocimiento de los paradigmas de investigación y el uso de técnicas estadísticas para el análisis de datos, entre otros (ver tabla 1).

Con el propósito de fortalecer las propiedades psicométricas de los instrumentos, se efectuó un análisis factorial confirmatorio con rotación Oblimin y extracción de máxima verosimilitud, en el cual se confirmó la existencia de estos tres factores.

Instrumento para medir la importancia de las competencias científicas en el currículo  
Se extrajeron tres factores que explican 62.1% de la varianza total de los puntajes ( $F_1=27.47$ ;  $F_2=21.47$ ;  $F_3=13.12$ ). Se obtuvo un KMO de .895 y una prueba de esfericidad de Bartlett significativa ( $*p \leq .000$ ), lo que sostiene la adecuación de la solución factorial. Para medir la confiabilidad de la escala, se calculó el Alfa de Cronbach, que obtuvo un valor .956, lo que ubica al instrumento con una consistencia interna excelente.

Instrumento para medir el desarrollo de competencias científicas en el currículo  
Se extrajeron tres factores que explican 52.5% de la varianza total de los puntajes ( $F_1=18.76$ ;  $F_2=17.32$  y  $F_3=16.16$ ). Se obtuvo un KMO de .874 y una prueba de esfericidad de Bartlett significativa ( $*p \leq .000$ ), lo que sostiene la adecuación de la solución factorial. Para medir la confiabilidad de la escala se calculó el Alfa de Cronbach, que alcanzó un valor de .961, lo que ubica la confiabilidad como adecuada.

Tabla 1. Factores, definición e indicadores del cuestionario "Competencias científicas"

Factores	Definición	Indicadores
Competencias genéricas	Conocimientos, habilidades y actitudes que facilitan el desempeño en una amplia variedad de profesiones	Analizar y sintetizar Planificar el tiempo Administrar el tiempo Comprensión de textos en un segundo idioma Comunicarse de manera escrita en un segundo idioma Comunicarse de manera oral en un segundo idioma Usar las TIC Crítica y autocrítica Actuar de manera creativa Trabajar en equipo Trabajar en contextos interdisciplinarios Compromiso ético y social
Gestión de recursos para la investigación	Conocimientos y habilidades relacionadas con la obtención de recursos y la comercialización del conocimiento	Conocimiento de las formas de patentar Conocimiento de las normas de derecho de autor Vincularse con los sectores sociales y productivos Elaborar proyectos donde se gestionen fondos públicos y privados Conocimiento de las normas de propiedad intelectual Desarrollo de prototipos de procesos y productos Conocimiento de los fondos públicos y privados de apoyo a la investigación
Generación y divulgación del conocimiento	Conocimientos y habilidades que permiten la búsqueda y generación del conocimiento	Conocimiento de los paradigmas de investigación Utilizar diseños experimentales Utilizar diseños no experimentales Técnicas para la selección de las fuentes de los datos Usar métodos estadísticos para el análisis de datos Utilizar software como apoyo en el análisis de datos Divulgar resultados en medios científicos Divulgar los resultados al público en general

#### *Procedimiento para la recolección de información y el análisis de los datos*

Para obtener la información primeramente se pidió la autorización a las autoridades de las instituciones y luego se solicitó la participación voluntaria de los estudiantes, a quienes se garantizó la confidencialidad de los resultados. Para el análisis de los resultados, se utilizó el paquete estadístico SPSS. 17.

## RESULTADOS

### *Importancia de las competencias científicas en el currículo*

Se establecieron tres niveles de importancia de las competencias científicas dentro del currículo. Para diferenciar estos niveles, se realizó una prueba t de Student para una misma muestra, y se compararon los puntajes obtenidos con los de la media teórica ( $\mu=3.5$ ); se estipuló de manera convencional que cuando se encontraran puntajes significativamente por encima de la media teórica, indicaban un nivel alto de importancia percibida a las competencias; cuando no eran significativamente diferentes de la media teórica, se referían a un nivel regular de importancia, y cuando fueran significativamente menores de la media teórica, señalaban un nivel bajo de importancia. Los resultados indicaron que los puntajes de todos los factores se encontraban significativamente por encima de la media teórica, lo que implicó que los estudiantes percibían las competencias científicas con alto nivel de importancia dentro de los currículos de los programas de estudio (tabla 2).

Tabla 2. Comparación de los puntajes contra la media teórica ( $\mu=3.5$ )

Importancia percibida	X	t	gl	p
Competencias genéricas	5.40	45.27	166	.000
Gestión de recursos para la investigación	5.11	24.38	166	.000
Generación y divulgación del conocimiento	5.24	39.14	166	.000

\* $p \leq .05$

Se utilizó una prueba Anova de medidas repetidas para establecer si existían diferencias significativas entre los puntajes de los factores. Los resultados señalan que existieron diferencias significativas entre los factores ( $F=105.09$ ;  $*p=.000$ ). A través de una prueba Post Hoc mediante el método Bonferroni, se encontró que los puntajes medios del factor "Competencias genéricas" fueron significativamente mayores a los demás, lo que revela que son estas competencias las que los estudiantes perciben como más importantes dentro de sus currículos.

### *Desarrollo percibido por los estudiantes de sus competencias científicas*

Siguiendo la misma metodología anterior, se establecieron tres niveles de desarrollo percibido por los estudiantes de sus competencias científicas (alto, medio y bajo). Para diferenciar estos niveles, se realizó también una prueba t de Student para una misma muestra, y se compararon los puntajes con los de la media teórica ( $\mu=3.5$ ). Los resultados reflejaron que los puntajes de los factores "Competencias genéricas" y "Generación y divulgación del conocimiento" se encontraban significativamente por encima de la media teórica, lo que revela que los estudiantes perciben en estos factores un alto desarrollo de sus competencias. Sin embargo, en lo referente al factor "Gestión de recursos para la investigación", los puntajes no se diferenciaron significativamente de la media teórica, lo que apunta a una percepción por parte de los estudiantes de un nivel medio de desarrollo de sus competencias en este factor (tabla 3).

Tabla 3. Comparación de los puntajes por factor contra la media teórica ( $\mu=3.5$ )

Desarrollo percibido	X	t	gl	p
Competencias genéricas	4.83	26.31	166	.000
Gestión de recursos para la investigación	3.61	1.33	166	.185
Generación y divulgación del conocimiento	4.53	16.64	166	.000

\* $p \leq .05$ 

Se utilizó una prueba Anova de medidas repetidas para establecer si existían diferencias significativas entre los puntajes de los factores. Los resultados señalan que hubo diferencias entre los factores ( $F=111.68$ ;  $*p=.000$ ). A través de una prueba Post Hoc mediante el método Bonferroni, se determinó que los valores del factor "Gestión de recursos para la investigación" son significativamente menores que los de los otros. Esto sugiere que los estudiantes perciben menor desarrollo en sus competencias referidas a la gestión de recursos para la investigación respecto a los otros factores evaluados.

#### *Comparación y relación entre los puntajes de importancia y desarrollo*

A través de una prueba t de Student para muestras relacionadas se compararon los puntajes relativos a la importancia y el desarrollo percibido por los estudiantes en cada uno de los factores. En todos los casos la importancia percibida de las competencias científicas en el currículo es mayor de manera significativa que el desarrollo percibido en ellas (tabla 4).

Tabla 4. Comparación de los puntajes de importancia y desarrollo percibido de las competencias científicas

Factores		X	t	gl	p
Competencias genéricas	Importancia	5.40	10.80	166	.000
	Desarrollo	4.82			
Gestión de recursos para la investigación	Importancia	5.11	14.98	166	.000
	Desarrollo	3.61			
Generación y divulgación del conocimiento	Importancia	5.24	11.99	166	.000
	Desarrollo	4.53			

\* $p \leq .05$ 

Por último, se procuró establecer si existía relación entre la importancia percibida de las competencias científicas en el currículo y el nivel de desarrollo alcanzado en éstas, según los estudiantes. Para determinar si había relación, se utilizó el coeficiente de Spearman, cuyos resultados evidenciaron que existieron correlaciones positivas débiles, aunque significativas, entre la importancia percibida por los estudiantes de las competencias científicas en el currículo y el desarrollo que consideran haber alcanzado en ellas (tabla 5). Estos resultados sugieren la conveniencia de analizar en estudios posteriores algunos otros factores que pueden estar correlacionados con el desarrollo de las competencias científico-tecnológicas entre los docentes.

Tabla 5. Relación entre importancia y desarrollo de competencias científicas

Importancia	Desarrollo		
	Competencias genéricas	Gestión de recursos para la investigación	Generación y divulgación del conocimiento
Competencias genéricas	.324*	.117	.189*
Gestión de recursos para la investigación	.332*	.207*	.198*
Generación y divulgación del conocimiento	.361*	.275*	.332*

\* $p \leq .05$ 

*Relación entre las facilidades para la investigación del programa de posgrado y el desarrollo percibido por los estudiantes de sus competencias científicas*

Se consideraron tres variables como indicadoras de la existencia de facilidades para la investigación en los programas de posgrados: participación de los estudiantes en proyectos de investigación; tiempo de trabajo con un investigador titular; y tiempo dedicado a la investigación por los estudiantes. Se establecieron tres niveles de cada una de estas variables definidos como de facilidad alta, puntajes iguales o superiores al percentil 75; moderada, puntajes entre los percentiles 25 y 75; y baja, puntajes iguales o menores del percentil 25. A través de una prueba  $\chi^2$ , se estableció si existían relaciones entre estas condiciones o facilidades y el desarrollo percibido de manera global en sus competencias científicas por los estudiantes.

Tabla 6. Relaciones entre los puntajes en las variables de facilidades y el desarrollo de competencias

Variables	Tiempo dedicado a la investigación			Participación en proyectos de investigación			Tiempo trabajando con un investigador titular		
	$\chi^2$	gl	p	$\chi^2$	gl	p	$\chi^2$	gl	p
Desarrollo de competencias	9.465	2	.009	11.539	2	.021	9.851	2	.043

\* $p \leq .05$ 

## CONCLUSIONES E IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA EDUCATIVA

Dentro de las funciones de las IES en la sociedad actual, se encuentra la de fomento y desarrollo de la ciencia, la cual involucra la formación de científicos y graduados de posgrados altamente especializados (De la Orden *et al.*, 2007; UNESCO, 2009; Vesuri, 2008; Connell, 2004). Lo anterior implica que si se pretende evaluar la calidad de las IES, se debe abordar indiscutiblemente el referido, la formación de capital humano y los aprendizajes de los estudiantes, que, según la ANUIES (2008b), deben ser centrales en cualquier proceso de evaluación de la educación superior.

Este estudio parte de la visión propuesta por Stake (2006), para quien la evaluación de un programa consiste en la búsqueda del conocimiento acerca de su valor y para ello es necesario considerar la percepción de los usuarios de éste. Por ello, en este estudio se evaluó esta función de las IES desde la percepción de los estudiantes de posgrado, acerca de la importancia que le otorgan, dentro de sus

programas de estudio, a las competencias científicas y el nivel de desarrollo que consideran han alcanzado en ellas.

Los resultados permiten deducir que los posgrados evaluados están cumpliendo con su función de formación de científicos, ya que los estudiantes señalan que en sus programas curriculares se le otorga una alta importancia a las competencias científicas; asimismo, los estudiantes, en general, manifestaron haber alcanzado un alto desarrollo en dichas competencias.

Los hallazgos también permiten hacer algunas reflexiones que pueden servir para la mejora de dichos programas. La primera atañe al de nivel de desarrollo percibido por los estudiantes en la competencia "Gestión de recursos para la investigación", el cual es significativamente menor que el percibido en las otras competencias. Esto sugiere la necesidad de realizar esfuerzos, dentro de los programas, para desarrollar de manera más efectiva esta competencia, que se encuentra muy relacionada con la nueva realidad y el papel de las IES en nuestros tiempos: la fuerte competencia por la obtención de recursos públicos y privados de financiamiento, así como la comercialización de los resultados de investigación (Yusuf, 2006; Siegel, Waldman & Link, 2003).

Un segundo señalamiento surge del hecho de que, según la percepción de los estudiantes, la importancia otorgada en los programas de posgrado a las competencias científicas es superior al desarrollo que han alcanzado ellos. Sin la pretensión de ser concluyentes acerca de las posibles causas de lo anterior, se puede pensar en la necesidad de revisar los procedimientos didácticos para la enseñanza de las competencias científicas; esto puede aumentar la eficiencia de su proceso de enseñanza-aprendizaje y alcanzar una consistencia entre el peso que se les da a estas competencias en los programas de posgrado y el nivel de desarrollo que alcanzan los estudiantes en ellas.

Por último, con base en los resultados, se puede afirmar que el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes de posgrado se ve favorecido cuando en los programas de estudio se les otorga a éstas una mayor importancia en la medida en que se generan facilidades para que los estudiantes participen en proyectos de investigación, interaccionen con investigadores y dediquen el mayor tiempo posible a la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J. (2000). Innovación y vinculación en universidades: nuevos retos y antiguas dependencias. En López, S. (Ed.). *El conocimiento como factor de desarrollo* (pp. 83-124). México: Universidad de Sinaloa.
- Albornoz, M. (2009). Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución. *Revista CTS*, 5 (3), 9-25.
- Andión, M. (2007). Sobre la calidad en la educación superior. Una visión cualitativa. *Reencuentro*, 50, 83-92.
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2000). *La educación superior en el siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo*. México.
- \_\_\_\_\_. (2008a). *Anuario estadístico. Población escolar y personal docente en la educación media superior y superior*. México.
- \_\_\_\_\_. (2008b). *Evaluación, certificación y acreditación en la educación superior en México. Hacia la integración del Subsistema para la Evaluación de la Educación*

- Superior (SEES). México.
- Beleitone, P. et al. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina. Informe final –proyecto Tuning-América Latina 2004-2007*. España: Universidad de Deusto y Universidad de Groningen.
- Cabrero, E. et al. (2011). La vinculación entre la universidad y la industria en México. *Perfiles Educativos*, XXXIII, número especial, 186-199.
- Casas, R., Luna, M. y Gutiérrez, G. (2002). Estudios sociales de la ciencia y la tecnología. En Reynaga, S. (Ed.). *La investigación educativa en México 1992-2002. Educación, trabajo, ciencia y tecnología*, vol. 6 (pp. 112-195). México: ANUIES.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Secretaría General Iberoamericana (2010). *Espacios iberoamericanos. Vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico*. Chile.
- Connell, H. (2004). *University research management*. Francia: OCDE.
- De la Orden, A. et al. (2007). Niveles y perfiles de funcionalidad como dimensión de calidad universitaria. Un estudio empírico de la Universidad Complutense. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 15 (12). Recuperado de <http://epaa.asu.edu/epaa/>.
- Didriksson, A. (2008). Contexto global y regional de la educación superior en América Latina y el Caribe. En Gazzola, L. y Didriksson, A. (Eds.). *Tendencias de la educación superior en América Latina* (pp. 12-41). Caracas: IESALC/UNESCO.
- Erbes, A. et al. (2009). Regímenes tecnológicos, de conocimientos y competencias en diferentes formas organizacionales: la dinámica entre difusión y apropiación. En Dabat, A. y Rodríguez, J. (Eds.). *Globalización, conocimiento y desarrollo* (pp. 305-340). México: Porrúa.
- Etzkowitz, H. (2002). *Innovation in Innovation: the Triple Helix of University-Industry-Government. Implication for policy and evaluations*. Stockholm: Instituted for studier av utbildning och forskning.
- Fondo Consultivo Científico y Tecnológico (2006). *Diagnóstico de la política científica tecnológica y de fomento a la innovación en México (2000-2006)*. México.
- \_\_\_\_\_. (2008). *Ciencia, tecnología e innovación. El desarrollo sustentable alrededor de oportunidades basadas en el conocimiento*. México.
- \_\_\_\_\_. (2009). *Estadísticas de los sistemas estatales de innovación*. México.
- \_\_\_\_\_. (2010). *Futuros del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología*. México.
- Hernández, C. (2005). ¿Qué son las competencias científicas? Ponencia presentada en el Foro Educativo Nacional. Madrid: Ministerio de Educación.
- Huggins, R. & Izushi, H. (2007). *Competing for Knowledge: Creating, Connecting and Growing*. Londres: Routledge.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009). Indicadores de impacto tecnológico. Recuperado de <http://www.inegi.gob>.
- León, J. (2008). Análisis de los determinantes de la participación de los investigadores académicos en actividades de vinculación y transferencia de conocimientos. El caso Sonora. Tesis de doctorado, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Sinaloa.
- López, S. (2005). *La vinculación de la ciencia y la tecnología en el sector productivo* (2da. Ed.). México: Universidad Autónoma de Sinaloa.
- López, S. y Sandoval, L. (2007). Un análisis de la política de ciencia y tecnología en México (2001-2006). *Revista Estudios Sociales*, 16 (30), 136-146.
- Lundvall, A. (1992). *National systems of innovation*. Londres: Printer Publisher.
- Morales, J. y Velardía, N. (1999). *Salarios. Estrategias y sistema salarial de compensaciones*. Colombia: McGraw-Hill.

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (1998). *La educación superior en el siglo XXI. Visión y acción. Conferencia Mundial sobre la Educación Superior*. París.
- \_\_\_\_\_. (2009). *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, 2009. La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo*. París.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2007). *Higher education and regions. Global competitive, locally engaged*. París.
- Pirela, L. y Prieto, L. (2006). Perfil de competencias del docente en la función de investigador y su relación con la producción intelectual. *Opción*, 22 (50), 159-177.
- Rubio, J. (2006). *La política y la educación superior en México: 1995-2006. Un balance*. México: SEP/FCE.
- Sánchez, L. (2008). Proceso de formación del investigador en el área tecnológica. El caso de los programas de posgrado del CENIDET. *Revista de Educación Superior*, XXXVII (145), 7-23.
- Siegel, D., Waldman, D. & Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32, 27-48.
- Slaugther, E. (1998). Models of construction innovation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 124 (3), 226-232.
- Sobrinho, J. (2008). Calidad, pertinencia y responsabilidad social de la universidad latinoamericana y caribeña. En Gazzola, L. y Didriksson, A. (Eds.). *Tendencias de la educación superior en América Latina* (pp. 87-112). Caracas: IESALC/UNESCO.
- Stake, R. (2006). *Evaluación comprensiva y evaluación basada en estándares*. Barcelona: Graó.
- Stephen, I. & William, M. (1998). *Handbook in research and evaluation* (3ra. Ed.). EUA: Edits Publisher.
- Tobón, S. (2008). *Gestión curricular y ciclos propedéuticos por competencias*. Bogotá: EEOC.
- Tuirán, R. (2008). La educación superior en México: perspectivas para su desarrollo y financiamiento. Conferencia impartida en el Segundo Foro Parlamentario de Consulta sobre Educación Superior, Media Superior y Ciencia, Tecnología e Innovación. México, DF.
- Valdés, A. et al. (2010). Percepción de estudiantes de la licenciatura en ciencias de la educación acerca de sus competencias genéricas y específicas. *Revista Perspectivas Docentes*, 42, 11-18.
- Valladares, L. (2011). Las competencias en la educación superior. Tensiones desde el pragmatismo epistemológico. *Perfiles Educativos*, XXXIII (132), 158-182.
- Vessuri, H. (2008). El futuro nos alcanza: mutaciones predecibles de la ciencia y la tecnología. En Gazzola, L. y Didriksson, A. (Eds.). *Tendencias de la educación superior en América Latina* (pp. 53-86). Caracas: IESALC/UNESCO.
- Villareal, R. (2002). América Latina frente al reto de la competitividad: crecimiento con innovación. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 4. Recuperado de <http://www.oes.es/revistactsi/>
- Yurén, T. (1999). *Formación, horizonte del quehacer académico*. México: Universidad Pedagógica Nacional.
- Yusuf, S. (2006). University-Industry Links. Policy Dimensions. En Yusuf, S. & Nabeshima, K. (Eds.). *How Universities Promote Economic Growth* (pp. 1-26). Washington, DC: The International Bank for Reconstructions and Development/The World Bank.