



Perspectiva Educacional, Formación de
Profesores

ISSN: 0716-0488

perspectiva.educacional@ucv.cl

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Chile

Villarruel Fuentes, Manuel

ALFABETISMO CIENTÍFICO EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS AGRÍCOLAS: UNA PROPUESTA DE
EVALUACIÓN CON POSGRADUADOS EN MÉXICO

Perspectiva Educacional, Formación de Profesores, vol. 53, núm. 2, junio, 2014, pp. 151-169

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Viña del Mar, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333331210009>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ALFABETISMO CIENTÍFICO EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS AGRÍCOLAS: UNA PROPUESTA DE EVALUACIÓN CON POSGRADUADOS EN MÉXICO

SCIENTIFIC LITERACY IN STUDENTS OF AGRICULTURAL SCIENCES: A ASSESSMENT PROPOSED WITH POSTGRADUATES STUDENTS IN MEXICO

Manuel Villarruel Fuentes (*)

*Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván
México.*

Resumen

Hoy se afirma categóricamente que el desarrollo de un país depende de su capacidad para generar ciencia y tecnología, lo que exige revisar la calidad con la cual se forman los nuevos investigadores científicos, particularmente en el Posgrado. Sin embargo, a la fecha no existen métricas que permitan un acercamiento objetivo con el fenómeno, lo que dificulta su esclarecimiento. Con base en ello, el presente estudio propone una ruta metodológica e instrumentos de medición para realizar un comparativo entre estudiantes próximos a egresar del Pregrado y Posgrado, comparándolo con Maestros en Ciencias en activo dentro del campo profesional en el sector agrícola. Los resultados mostraron la validez de la propuesta de evaluación, destacándose la pertinencia de emplear las directrices del PISA-OCDE como base para caracterizar la condición de Alfabeto Científico, a partir de indicadores que identifican distintos niveles (tipologías) de formación científica y desarrollo de habilidades para la investigación.

Palabras clave: Ciencia, agronomía, metacognición, investigación, alfabeto.

Abstract

The development of a country depends on their ability to generate science and technology, which requires reviewing the quality with which educated new scientific researchers, particularly at the graduate. However, to date there are no metrics that allow an objective approach to the phenomenon, hindering its clarification. Based on that, this study proposes a methodological path and measuring instruments to perform a comparison between students close to graduating undergraduate and postgraduate studies, comparing it with science teachers active in the professional field in the agricultural sector. The results showed the validity of the proposal of evaluation, highlighting the relevance of using the guidelines of the OECD-PISA as the basis to characterize the condition of literate scientist from indicators that identify different levels (typologies) of scientific training and development of skills for research.

Keywords: Science, agronomy, metacognition, research, literate.

(*) Autor para correspondencia:
Dr. Manuel Villarruel Fuentes
Profesor-Investigador del Instituto
Tecnológico de Úrsulo Galván.
Km 4.5 de la carretera Cardel-Chachalacas,
Veracruz, México.
Correo de contacto:
dr.villarruel.fuentes@gmail.com

© 2010, Perspectiva Educacional
<http://www.perspectivaeducacional.cl>

RECIBIDO: 31 de agosto de 2013
ACEPTADO: 14 de abril de 2014
DOI: 10.4151/07189729-Vol.53-Iss.2-Art.214

1. PROBLEMÁTICA DE ESTUDIO

A la entrada del presente siglo el desarrollo científico y tecnológico mantiene en el mundo su condición de imperativo categórico. A partir de su relevancia, periódicamente se realizan evaluaciones las cuales brindan claridad acerca de las características de los sistemas nacionales, identificados a partir de aquellos indicadores de ciencia, tecnología e innovación que mejor reflejan el avance alcanzado por regiones y países. De esta manera diversos estudios sobre percepción pública de la ciencia han recogido interesantes datos sobre la forma en que la sociedad aprecia los beneficios y riesgos potenciales de la ciencia y la tecnología, sin que ello haya generado una mejora potencial en las políticas implementadas en América Latina, las cuales siguen rezagadas con respecto a los propios índices evaluados (Banco Interamericano de Desarrollo, 2012), así como tampoco han servido para mejorar la inversión que se hace en investigación y desarrollo, sobre todo si se le compara con la Unión Europea o la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Banco Mundial, 2014a).

En México, el mayor problema asociado al desarrollo de la ciencia y la tecnología sigue vinculado a los escasos recursos económicos asignados a estos dos rubros. De acuerdo con el Banco Mundial (2014b) la inversión del Producto Interno Bruto (PIB) fue en 2009 del 0.44%, en 2010 del 0.48% y en 2011 de 0.46%, "el porcentaje más bajo de la OCDE (prácticamente la mitad de lo que invierte Turquía, con 0.85% del PIB, y muy por debajo de países como Corea, con el 3.6%, Finlandia, con el 4%, o Israel, con el 4.3%)" (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OECD], 2012, p. 39). Más allá de estas evidencias y de los aportes provenientes de diversos estudios donde se confirma el rezago científico-tecnológico en Latinoamérica (particularmente en México), los discursos oficiales solo permiten constatar la presencia de estos temas dentro de las agendas nacionales.

Mientras se discute abiertamente estos problemas, la atención a la formación científica que reciben los nuevos investigadores prácticamente es soslayada, al aceptarla como adecuada, en virtud de los sistemas de evaluación y acreditación a los que se ven sujetos (González-González, M.N.E Galindo, Galindo y Gold, 2004). Menos atención recibe la conformación de la cultura científica que debe acompañarles a lo largo del proceso educativo. Estos escenarios son explicados a partir de diversos factores, tales como la actitud de los profesores de ciencia, los cuales se muestran, en general, reticentes a los cambios propuestos (Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walwerg-Henriksson y Hemmo, 2007), incluso a la carencia de reconocimiento de la actividad científica y la ausencia de programas integrales de formación para la ciencia (Valdez-Ramírez, 2009).

Bajo estos contextos, al no poder acceder a los estándares académicos que la educación exige, las posibilidades de atender una alfabetización científica en los niveles de Posgrado se vuelve una tarea compleja y distante (Vázquez-Alonso, Acevedo-Díaz y Manassero-Mas, 2005). Pese a ello, se afirma a priori que los esfuerzos educativos en estos niveles son los suficientes, lo cual elimina de golpe cualquier intento por revisar la calidad de los programas que en las distintas instituciones de educación superior se desarrollan. Valdez-Ramírez (2005) aporta claridad a estos supuestos, al afirmar que si bien para promover el desarrollo de la

ciencia se requieren recursos económicos, estos no bastan para alcanzar el desarrollo deseado.

Es precisamente este principio el que justifica investigar sobre los estándares de alfabetismo científico bajo el cual se forman los futuros investigadores. Para ello es indispensable contar con nuevas métricas de evaluación que permitan caracterizar los niveles de formación científica y habilidades para la investigación que poseen los posgraduados, atendiendo para ello los fundamentos conceptuales marcados por la OCDE, en su Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (mejor conocida como PISA por sus siglas en inglés: *Program for International Student Assessment*), por ser la instancia con mayor experiencia y credibilidad al evaluar si los estudiantes "han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del saber" (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, 2013, p.1), particularmente en el rubro de ciencia (OECD, 2002, 2006). La relevancia de atender estas directrices se sustenta en la "larga tradición desarrollada por países de la OCDE, lo cual se revela no solamente en la adopción de conceptos y tópicos de la indagación" (Silvio-Vaccarezza, 2009, p. 87).

2. MARCO TEÓRICO

Bajo los modelos de desarrollo social y económico que prevalecen en México, la formación científico-tecnológica del educando se constituye como el eje central de una política educativa que tiende al fomento de la calidad y la eficiencia. En este sentido, la educación agropecuaria tiene como tarea la formación de técnicos, profesionistas e investigadores que generen los conocimientos científicos y tecnológicos que soporten la conformación y transformación de la infraestructura productiva de México (Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica, 1988).

En el marco de estas exigencias, es posible suponer que la formación científica de los estudiantes próximos a egresar de los diversos posgrados, vinculados a la formación en las ciencias agrícolas, no sea la más adecuada, en términos de alcanzar la condición de alfabetas científicos verdaderos (Shamos, 1995), en el entendido de que su condición de avanzados aprendices de ciencia los debe convertir en hábiles procesadores de información, y con ello, en potenciales solucionadores de problemas (Haller, Child y Walberg, 1998), los cuales a través de su contacto académico con los investigadores pueden planear efectivamente sus procesos metacognoscitivos, monitoreando más cuidadosamente sus acciones (Nickerson, 1984).

Pero el problema no termina ahí. Es precisamente el concepto de alfabetismo científico el que por sí solo dificulta su correcta medición y evaluación, al poseer diversas acepciones del mismo. No existe, a decir de Altschuler (2009), un consenso en relación con lo que significa, ya que depende del modelo que explique la relación entre ciencia y sociedad. Este concepto es en sí mismo un tema de estudio. Tampoco existe consenso en torno a cómo alcanzarlo y menos cómo medirlo.

Al respecto Cabral (2001) precisa que las definiciones que se conocen responden a circunstancias políticas y económicas emergentes, valores culturales cambiantes y nuevas posibilidades tecnológicas. De esta forma las nociones sobre alfabetismo son

conformadas por la historia y conforman la propia historia. Pero es precisamente el proceso de globalización lo que está terminando con esta polisemia, al estructurar un sentido único del concepto.

López y Parker (2009), amplían esta definición y la sitúan en el ámbito de la que denominan La Tercera Revolución Industrial o de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, y aclaran que el alfabetismo científico se trata sobre todo de una competencia global requerida para el ejercicio de la ciudadanía en el siglo XXI, la cual debe entenderse, a decir de ellos, como una *ciudadanía integral*, al cual trasciende los términos relativos al ejercicio de derechos cívicos, económicos y sociales.

En apoyo a lo anterior, Parker (2008) aclara que el concepto de alfabetismo científico ha sido abundantemente debatido y si bien hay cierto consenso en lo que refiere a determinados contenidos básicos, hay también diversas interpretaciones y controversias.

Como un primer intento por aclarar esta aparente confusión es necesario reconocer que ciertos factores son comunes al concepto, lo que incluye el conocimiento de teorías, leyes y hechos; así como del proceso metodológico científico, inducción-deducción; además del conocimiento de la ciencia como institución social. Se supone que una persona con un conocimiento razonable de estas tres componentes es científicamente alfabeto (Altschuler, 2009).

Se trata de una alfabetización científica *práctica*, asociada a la llamada alfabetización científica *cultural*, ambas dirigidas a la resolución de problemas.

En la misma vertiente, se encuentra la alfabetización científica *cívica*, indispensable en tanto permite que el ciudadano pueda participar en los debates que, sobre estos temas, se establezcan públicamente. Para ello, de acuerdo con Miller (2000), las personas deben adquirir un alto grado de comprensión y exhibir actitudes públicas hacia la ciencia y la tecnología, a fin de funcionar dentro de una sociedad del conocimiento, marcadamente industrial. El propio Miller insiste en verificar que los ciudadanos posean una mínima alfabetización, que les lleve a interesarse en estos asuntos y sepan valorarlos en su adecuada dimensión. De aquí se desprende el entusiasmo por los estudios sobre percepción pública de la ciencia (Public Understanding of Science), los cuales han confirmado el marcado analfabetismo científico que subsiste en Latinoamérica, donde no más de una cuarta parte de encuestados son calificados como científicamente alfabetizados (Sturgis y Allum, 2004). Se trata de un enfoque centrado en el déficit cognitivo.

Sobre la base del interés por la comprensión pública de la ciencia se vislumbran dos vertientes: una práctica y otra académica. La primera ocupada en alcanzar una amplia cobertura social del conocimiento científico y tecnológico, desglosada en dos ámbitos, el de la enseñanza formal y el de los medios de comunicación. Mientras que la académica se inclina por estudiar los niveles de interés y conocimiento público de la ciencia y la tecnología. Ambas vertientes conforman el núcleo central de la cultura científica (Gómez-Ferri, 2012).

Basándose en ello, al referirse a la educación escolar o enseñanza formal, el enfoque que mejor favorece la alfabetización científica en el Nivel Superior y de Posgrado es la denominada como *práctica*. Para ello, los estudios de Miller (1983, 2000) y Bauer, Allum, y Miller (2007) brindan la pauta para estructurar un concepto más completo de alfabetización científica, al destacar cuatro elementos: 1) conocimiento de los hechos básicos de la ciencia; 2) comprensión de los métodos científicos (razonamiento de probabilidad y diseño experimental); 3) estimación positiva de los resultados de la ciencia y la tecnología para la sociedad; y 4) rechazo a las creencias supersticiosas. Aceptable en tanto asocia la educación formal y la alfabetización científica.

Al respecto la OECD (2006), en la conocida evaluación PISA, establece muchos de estos principios, al combinar la evaluación de áreas cognitivas de un campo específico, como son la lectura, las matemáticas y las ciencias, con una evaluación sobre el entorno doméstico de los estudiantes, el enfoque que otorgan a su aprendizaje, la percepción que tienen del contexto de aprendizaje y su grado de familiaridad con los ordenadores. Lo novedoso es que adopta un enfoque amplio que si bien refleja los cambios más recientes en materia curricular, va más allá del enfoque centrado en la escuela para orientarse hacia la aplicación de los conocimientos, a las tareas y los retos cotidianos.

Por estas razones es necesario explorar nuevas métricas para evaluar el nivel de alfabetismo científico alcanzado por los estudiantes próximos a egresar de un Posgrado de excelencia en ciencias agrícolas, en comparación con el obtenido en Licenciatura y el desarrollado por Maestros en Ciencias en ejercicio profesional.

3. MARCO METODOLÓGICO

La población objeto de estudio se integró por el total de estudiantes próximos a egresar de los programas en ciencias agrícolas desarrollados en el estado de Veracruz, México, generación 2010-2011, dentro de dos instituciones de Educación Superior y Posgrado: una del nivel tecnológico, dependiente de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica, la cual tiene el objetivo de formar profesionistas de alto nivel en el renglón científico-tecnológico en las áreas de Ingeniería Agronómica. El plantel contó con la acreditación otorgada en el 2011 por el Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica, A.C. Por la calidad de sus programas académicos la institución es catalogada como de Alto Desempeño.

El segundo plantel fue una institución de Educación de Posgrado, cuya misión es formar investigadores de vanguardia con alto nivel científico y tecnológico, con orientación humanista. Su programa académico de Maestría se encuentra dentro del padrón de excelencia del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). La Tabla 1 muestra las poblaciones objeto de estudio, incluidas dentro de la evaluación.

Tabla 1*Instituciones consideradas en el estudio*

Centro educativo	Población	Muestra	Programa académico
Instituto Tecnológico.	19	6	Ingeniería en Agronomía.
Centro de Enseñanza e Investigación Para Formar Posgraduados en Ciencias Agrícolas.	10	4	Maestría en Ciencias en Agro ecosistemas Tropicales.
Maestros en Ciencias.	Indefinida	5	Maestros en Ciencias con al menos 5 años de egreso y experiencia profesional.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa, se incluyó un tercer grupo de contrastación representado por Maestros en Ciencias en las áreas agropecuarias, los cuales fueron formados académicamente dentro del estado de Veracruz. Su selección fue aleatoria, bajo muestreo de oportunidad. Se buscó que estuvieran vinculados al trabajo científico y de investigación dentro de su área de formación.

La muestra fue catalogada como no probabilística, sustentada en la consulta a expertos (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado-Baptista-Lucio, 1997). Se trató de un muestreo por conveniencia, el cual se recomienda ampliamente para la investigación exploratoria (Malhotra, 2009).

Las variables abordadas en las tres dimensiones del estudio se catalogaron como cualitativas, por lo que fue necesaria su operacionalización, a fin de transformarlas en cuantitativas. Para ello se desarrolló una serie de escalas que permitieron un alto grado de sensibilidad de los instrumentos de medición, necesaria para realizar los análisis estadísticos. Con ello se diseñó una matriz de análisis, que permitió determinar los mejores indicadores para el estudio. Los criterios empleados se sustentaron en las premisas conceptuales y operativas determinadas por PISA (ver Tabla 3), así como en la literatura especializada. Dicha rúbrica de evaluación se adaptó en sus niveles y criterios, a fin de aplicarla en estudiantes de Nivel Superior y de Posgrado. Ello supone una propuesta de medición hasta ahora no abordada en la investigación educativa.

Se recurrió a la delineación de instrumentos, elaborados *per se* para este estudio. Para ello se diseñaron ítems *tipo suministro*, bajo los criterios de Gronlund (1974): 1) respuesta de tipo ensayo extenso; 2) respuesta de tipo ensayo resumido; 3) respuesta breve (frases). Estos tipo de ítems representan una tarea menos estructurada que los del *tiposelección* (verdadero-falso, correspondencia y opción múltiple), por lo que es más difícil controlar la naturaleza de la respuesta.

3.1 Medición de las variables

a) Dominio no memorístico de conceptos. Se desarrolló un cuestionario, compuesto por treinta preguntas de opción múltiple, con el que se evaluó el proceso de comprensión y criterio bajo el cual se resolvía cada una de ellas. La escala

consideró la respuesta: completa, correcta pero incompleta, incorrecta, Incoherente, tengo duda y no lo sé.

Para esta dimensión se recurrió a los ítems de opción múltiple, los cuales tradicionalmente se emplean para evaluar *conocimientos*; ello no constituyó una limitante, ya que además de evaluar conocimientos se pueden incluir preguntas con retos mayores de comprensión y aplicación (Higgins y Tatham, 2003). Debido a los propósitos del estudio, se evitó emplear ítems de *complementación*, ya que se limitan casi exclusivamente a medir el conocimiento en un sentido memorístico.

b) Habilidades metacognitivas. Para medirla se emplearon tres categorías de análisis: Metodología Científica, Lenguaje Científico (matemático), Difusión y Divulgación de la Ciencia. Se empleó un cuestionario que incluyó 10 preguntas del tipo problema (problema-estrategia, problema-dilema, problema-tarea, problema-aplicado, problema multinivel), bajo escalamiento que desagregó la variable en cuatro expresiones numéricas, las cuales fueron desde la ausencia de la variable (cero), hasta su máxima expresión (tres). Se evaluó el proceso a través del producto a partir de cuatro categorías: correctamente explicitada, adecuada, vaga y confusa, omitida. A manera de ejemplo se muestra una pregunta-dilema empleada en el estudio:

Analice con cuidado la siguiente hipótesis científica y diseñe un arreglo experimental acorde a la misma, la cual sea factible de ser aprobada o rechazada.

Hipótesis: Para revertir la tendencia de deforestación, es indispensable la promoción del manejo forestal sostenible y el establecimiento de plantaciones forestales.

Fuente: elaboración propia

Adicionalmente, se realizaron evaluaciones dirigidas a identificar el nivel alcanzado en el manejo de la expresión escrita (pensar en el papel), la cual es una característica distintiva del alfabetismo científico alcanzado. Para ello se revisó, bajo escala Likert, tareas didácticas elaboradas por los estudiantes (ensayos, síntesis y resúmenes).

Con la finalidad alcanzar un mayor nivel en la explicación de las meta habilidades que poseían, se elaboró un cuestionario integrado por cinco ítems, destinado a medir las Habilidades Cognitivas, las mismas que se concretaron en cuatro tipos de ejercicios: secuencias, relaciones, transformaciones y consideraciones lógicas; todos ellos tomados de la literatura (estandarizados), lo que les confirió mayor validez. A continuación se muestra un ejemplo empleado:

Armando, Basilio, Carlos y Dionisio fueron, con sus esposas, a comer en un restaurante. Se sentaron en una mesa redonda, de forma que: ninguna mujer se sentaba al lado de su marido. Enfrente de Basilio se sentaba Dionisio. A la derecha de la mujer de Basilio se sentaba Carlos. No había dos mujeres juntas. ¿Quién se sentaba entre Basilio y Armando?

- a) La esposa de Carlos. b) La esposa de Dionisio. c) La esposa de Basilio.
- d) La esposa de Armando. e) Es imposible determinarlo.

Fuente: Universidad de Cuenca (2010).

c) Nivel de alfabetismo científico (condición experto-aprendiz). Con el objetivo de ubicar a cada grupo evaluado dentro del nivel de alfabetismo científico correspondiente, se empleó un instrumento bajo escala tipo Likert, que sirvió de apoyo para evaluar de manera general el tipo de acciones emprendidas por los sujetos. Dicho instrumento fue aplicado hasta el final, cuando se contó con las evaluaciones de cada variable a medir, dado que estas representaron la base de datos necesaria. Una vez obtenidas las puntuaciones finales se ubicó cada grupo dentro de la matriz o rúbrica de evaluación adaptada de PISA.

Criterio de validez

Los ítems se organizaron con base en dominios de contenidos disciplinares, propios de las ciencias agrícolas, diseñados bajo criterios de *validez de contenido*, a través del Juicio de Expertos (método Delphi), en virtud de enfocarse tanto al proceso como al producto. De acuerdo con Dalkey et al. (1972), citado por Martínez-Piñeiro (2003), son tres las características que identifican a esta técnica: el anonimato (evitar que los miembros del panel se conozcan entre sí), la retroalimentación controlada (posible porque en cada secuencia de cuestionarios se reorienta la discusión, lo que evita el ruido semántico y el sesgo en la investigación) y el consenso estadístico del grupo (cada miembro sabe del grado de acuerdo en que se encuentra con respecto al grupo, pero no sabe con qué sujeto está en desacuerdo, esto protege de los sesgos producidos por el pensamiento del grupo).

3.2 Evaluación Final

La evaluación finalizó al ubicar cada grupo dentro de la categoría que mostró su nivel de alfabetismo, para ello se recurrió a la siguiente escala (ver tablas 2 y 3).

Tabla2

Asignación de valores a los puntajes estimados dentro de la escala de medición

VARIABLES A MEDIR	VALORES MÁXIMOS QUE APORTAN	VALORES POSIBLES	DEFINICIÓN BAJO ESTÁNDARES PISA
Metacognición (CM)	30	30+30+30= 90	90+10 (90-100)
Dominio de conceptos (DC)	30	20+20+20= 60	60+10 (60<70)
Condición de experto (CE)	30	10+10+10= 30	30+10 (30<40)
Razonamiento verbal	10	Más el 10% de la calificación otorgada por esta variable	
$\Sigma =$	100	Experto, alfabetizado científicamente	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3

Descripción de los intervalos dentro de las escalas de medición, definición de las categorías de formación científica. Adaptado de PISA

Escala Intervalar (cero relativo)	Valores de la escala	DEFINICIÓN DE SU NIVEL DE FORMACIÓN CIENTÍFICA
90-100	Experto, alfabeto científico verdadero	Consistentemente identifican, explican y aplican conocimientos sobre las ciencias, en una variedad de situaciones complejas de vida. Relacionan diferentes fuentes de información y de explicaciones, y usan evidencia proveniente de esas fuentes para justificar decisiones. Demuestran en forma clara pensamiento y razonamiento científico avanzados, así como su disposición para utilizar su comprensión científica como apoyo a la solución de situaciones científicas y tecnologías desconocidas. Utilizan conocimiento científico y argumentan para sustentar recomendaciones y decisiones concernientes a situaciones personales, socio-económicas o globales (PISA 6).
80<90	Aprendiz avanzado, alfabeto científico verdadero	Identifican los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida, donde aplican tanto conceptos científicos como conocimientos sobre ciencias, y además comparan, seleccionan y evalúan evidencia científica apropiada para responder a situaciones de la vida real. Demuestran habilidades de investigación bien desarrolladas, asocian conocimientos de forma apropiada y hacen aportes críticos a diferentes situaciones. Dan explicaciones basándose en evidencias y argumentan basándose en su análisis crítico (PISA 5).
70<80	Aprendiz destacado, alfabeto científico verdadero	Trabajan efectivamente con situaciones y eventos que involucran fenómenos explícitos que les exijan hacer inferencias sobre el papel que juegan en ellas las ciencias o la tecnología. Seleccionan o interpretan explicaciones de diferentes disciplinas de las ciencias o de la tecnología y relacionan esas explicaciones directamente con aspectos de situaciones que se presentan en la vida real. Reflexionan sobre sus acciones y comunican decisiones usando conocimiento y evidencia científica (PISA 4).
60<70	Aprendiz, en proceso de alfabetización científica	Identifican temas o eventos científicos claramente descritos en una variedad de contextos. Seleccionan hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos sencillos o estrategias de investigación. Interpretan y usan conceptos científicos de diferentes disciplinas y los aplican en forma directa. Desarrollan enunciados breves utilizando hechos y toman decisiones basándose en conocimientos científicos (PISA 3).
50<60	Aprendiz, alfabeto científico funcional	Tienen conocimiento científico suficiente para dar explicaciones posibles en contextos que les son familiares o para deducir conclusiones basadas en investigaciones sencillas. Están en capacidad de aplicar razonamiento directo y de hacer interpretaciones literales de los resultados de la investigación científica o de la solución tecnológica de problemas (PISA 2).
40<50	Aprendiz, alfabeto científico cultural	Tienen un conocimiento científico tan limitado que lo aplican solamente a unas pocas situaciones que les sean familiares. Dan explicaciones científicas que son obvias y hacen seguimientos explícitos de evidencias dadas (PISA 1).
30<40	Aprendiz, analfabeto científico	Evidencia vaga y confusa de su formación científica.
<30 (Cero: ausencia de la variable)	Analfabeto científico	Nula evidencia de formación científica o habilidades para la ciencia.

Fuente: Elaboración Propia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variable: Dominio de Conceptos

En el grupo de Pregrado, el promedio encontrado para cada uno de los ítems favoreció a la respuesta *Completa* ($\bar{X}=9.0 \pm 1.4$), seguido de la respuesta *Correcta pero Incompleta* ($\bar{X}=8.3 \pm 2.7$), mostrando valores promedios inferiores para las demás categorías. Esta primera evidencia deja entrever el nivel de alfabetismo con el cual se mostraron los estudiantes próximos a egresar del instituto tecnológico, el cual los sitúa en ambos escenarios, entre la condición de Aprendiz Científico y Alfabeto Científico Experto, quedando por definir el porcentaje de estudiantes que se localizaron en estas condiciones. Con ello, la cantidad de respuestas ubicadas en las condiciones inferiores (Incoherente, Incorrecta, Tengo Duda y No lo sé), permitieron distinguir un bajo nivel de dominio de conceptos para este grupo.

Al continuar el análisis se apreció que para los estudiantes de Posgrado, los promedios se mostraron mayores, tanto para la condición de Alfabeto Científico Experto ($\bar{X}=11.5 \pm 3.3$), como en el de Aprendiz Científico ($\bar{X}=9.3 \pm 2.2$). Esta condición evidenció una mejor formación científica, reflejada en un Dominio de Conceptos más amplio y por lo tanto más cercano a la exigencia proclamada en los modelos educativos internacionales. En un primer momento se induce que existió una correcta concreción de los programas de estudio dentro del posgrado, quedando por averiguar si esto es extensivo a las demás variables medidas, así como qué proporción de estudiantes se localizaron en esta condición.

Para averiguar si esta condición se mantenía a través del tiempo o se fortalecía con la práctica profesional, se analizó el grupo de profesionistas, Maestros en Ciencias en el área agrícola, encontrándose promedios de 10.6 ± 2.2 y de 9.8 ± 1.1 , para la condición de Alfabeto Científico Experto y Aprendiz Científico respectivamente, derivado también del número de respuesta *Completas y Correctas pero Incompletas*. Con la finalidad de averiguar si la diferencia numérica observada también era estadística, se estimaron las medidas de tendencia central y de dispersión, brindando mayor atención a la mediana, al asumir que se incumplían los supuestos de la distribución normal, y que las muestras fueron pequeñas.

Los resultados, expresados numéricamente en cada nivel de contrastación (Pregrado, Posgrado y Maestros), dejó en claro que existió escasa diferenciación numérica en ambos tipos de medidas, destacando la igualdad entre las medianas (4.0), así como la cercanía numérica entre las medias y sus dispersiones de datos (1.5, 1.3 y 1.0 para Pregrado, Posgrado y Maestros en Ciencias respectivamente).

Para profundizar en el análisis, se sometieron los datos a la prueba de Kruskal-Wallis, cuyos resultados para los tres grupos o categorías (valoradas por el número de respuestas Completas y Correctas pero Incompletas), se muestran a continuación.

Alfabetas Científicos:

Estadístico de prueba: H. 2.5140, $\chi^2 (0.05) = 5.9915$, $\chi^2 (0.01) = 9.2103$

Por lo tanto: No se rechaza la hipótesis nula

Aprendiz Científico:

Estadístico de prueba: $H = 1.5233$, $\chi^2 (0.05) = 5.9915$, $\chi^2 (0.01) = 9.2103$

Por lo tanto: No se rechaza la hipótesis nula

En ambas categorías se acepta la hipótesis que asume igualdad entre las tres muestras, lo que confirma que estas no son independientes ($\alpha 0.05$), por lo que proceden de poblaciones idénticas con la misma media.

Esta evidencia permite inferir que no existió diferencia entre aquellos individuos que en cada grupo mostraron un nivel de Alfabetismo Científico Experto, como tampoco entre aquellos que expusieron una condición de Aprendices Científicos. Todo indica que los grupos se mantuvieron estables en su Dominio de Conceptos.

Bajo otra perspectiva, se planteó como necesario determinar qué porcentaje de individuos, de cada grupo, se encontraban en cada categoría, incluida la de Analfabeto Científico.

Bajo el criterio metodológico propuesto, se asume que aquellos que se agrupan en torno a las respuestas *Completa* se localizan en la categoría de Alfabeto Científico Experto, mientras que los ubicados en la respuesta *Correcta pero Incompleta* se catalogan como Aprendices Científicos, quedando el Analfabeto Científico situado en las respuestas *Incoherente*, *Incorrecta*, *Tengo Duda* y *No lo sé*.

Con base en ello se apreció que para el nivel de Pregrado, un 30% de las respuestas totales del grupo se ubicaron en la condición de Alfabeto Científico Experto, en tanto que el 28% de ellas se localizó en la denominación de Aprendiz Científico, con un 42% de contestaciones concentradas en el término de Analfabetas Científicos. Situación que proyecta la necesidad de fortalecer los programas de trabajo científico, particularmente en el plano del Dominio de Conceptos, incorporando a los estudiantes a tareas científicas de mayor calidad.

De la misma manera, se puso en relieve un mayor porcentaje de respuestas de estudiantes de Posgrado con el nivel más alto de las categorías, con un 38%, seguido de un 31% de respuestas ubicadas en Aprendices de Ciencia. Este porcentaje por el nivel de que se tratase asume como inaceptable (69% agrupado), lo cual se contrapone a los requerimientos exigidos para un programa de excelencia.

Con todo ello, el margen de respuestas en torno a los Analfabetas Científicos fue menor que en el nivel de Pregrado, lo que indica una mejora en términos numéricos; condición lógica al tratarse del nivel de Posgrado.

Aunque se demostró que no existió diferencia estadística entre grupos, el porcentaje de las respuestas localizadas en el nivel de Experto Científico fue menor para el nivel de Maestros en Ciencias (35% y 33% para Experto y Aprendiz respectivamente). Esto tiene varias orígenes, entre ellos el desarrollo profesional seguido por cada individuo (principalmente su vínculo con la investigación científica); su interés por seguir su proceso formativo y el acceso a fuentes de consulta y foros de intercambio científico, lo que para este caso se mostró

deficiente, contrario a su alfabetización. Se entiende que los estudiantes de Posgrado se encuentran más vigentes en torno a estas actividades, lo que pudo expresarse en este estudio.

Se destaca que en este grupo ninguno optó por las respuestas *Tengo Duda* y *No lo sé*, indicativo de sus posturas personales hacia su capital conceptual (buscaron no evidenciarse). En todo caso mostró el mayor porcentaje de respuestas *Incoherentes* (confusas), lo que pudo estar relacionado con su nivel de metacognición.

4.2 Variable: Metacognición

Los resultados por grupo mostraron que los promedios de respuestas fueron superiores para la categoría de Maestros en Ciencias, con valores de $\bar{X}=2.0 \pm 0.71$, seguido de Pregrado y Posgrado, con estimaciones de $\bar{X}=1.3 \pm 0.68$ y 1.5 ± 0.64 respectivamente. Esta condición establece una aparente superioridad en cuanto al nivel de habilidades metacognitivas que expresaron los sujetos, determinada por las respuestas ubicadas en los niveles más altos de la escala.

Al observar la mediana y moda en cada categoría, nuevamente se estima una mejor respuesta en torno a esta variable por parte del grupo de Maestros en Ciencias (2.0 para cada caso), lo que expresa un mejor desarrollo de la metacognición.

Al considerar que podía existir una diferencia estadística entre los grupos, se realizó la prueba de Kruskal Wallis, encontrando los siguientes resultados: Estadístico de prueba: $H = 9.6302$, $\chi^2 (0.05) = 5.9915$. Por lo tanto: no se acepta la hipótesis nula al nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Por lo anterior se concluye que las tres muestras provenían de poblaciones distintas.

Determinado esto, se efectuó la comparación de medias, bajo la prueba DMS (Diferencia Mínima Significativa), cuyos resultados se aprecian en la Tabla 4.

Tabla 4.

Prueba de separación de medias para los grupos evaluados.

Contrastación	Estadístico de prueba	Interpretación
Pregrado vs Posgrado.	$t= -0.8441$ t-student ($\alpha=0.05$) $= 2.306$	No se rechaza la hipótesis nula. Ambas muestras son estadísticamente iguales, hecho que confirma lo apreciado en el primer nivel de análisis descriptivo efectuado.
Pregrado vs Maestros en Ciencias.	$t= -5.8364$ t-student ($\alpha=0.05$) $= 2.262$	No se acepta la hipótesis nula. Hay diferencia altamente significativa entre las medias de las muestras. Con base en la evidencia se confirma lo encontrado en el nivel descriptivo.
Posgrado vs Maestros en Ciencias.	$t= -3.2503$ t-student ($\alpha=0.05$) $= 2.365$	No se acepta la hipótesis nula. Hay diferencia significativa entre las medias de las muestras.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, las diferencias confirmaron la superioridad de la categoría Maestros en Ciencias sobre la de Posgrado, lo que asociado a lo encontrado para Pregrado sitúa a este grupo como el más avanzado en torno a la expresión de esta variable.

Al continuar el análisis, se encontró que para los Maestros en Ciencias el mayor número de respuestas se ubicó en la condición de *Correctamente Explicitada* (n=12), lo cual resulta lógico dado los resultados mostrados en un principio para esta variable. Se destaca que también para las respuestas *Adecuadas*, los resultados favorecieron a esta categoría (n=25). No así para el grupo de Pregrado, donde la condición de *Vaga y Confusa* fue superior (n=38). Esto confirma lo explicado con anterioridad y deja clara la superioridad del grupo de Maestros en Ciencias. Nuevamente, no se observaron respuestas *Omitidas* para este grupo, pero sí para los dos restantes.

En torno a las diferencias encontradas en cada tipo de respuesta, en este caso para la categoría de Pregrado, la evidencia demostró que el 63.33% de las respuestas se localizaron en la condición de *Vaga y Confusa*, lo que deja entrever que las respuestas fueron explicitadas, aunque confusas al redactarlas. Se valora también el 25% de respuestas *Adecuadas* y el 6.66% de *Correctamente Explicitadas*, evidencia que permite inferir un adecuado manejo de la metacognición en este grupo. En total se estima un 31.66% de respuesta incluidas entre ambas categorías.

Se mostró además que solo el 5% del total de preguntas fueron contestadas *Correctamente*, lo cual manifiesta un nivel muy bajo para la condición de estudiante próximo a egresar de un programa de posgrado de excelencia. En descargo de esta condición, el 40% de las respuestas fueron contestadas *Adecuadamente*. En su mayoría las respuestas fueron *Vagasy Confusas* (52.5%), lo cual no es aceptable dado el nivel de posgrado y las exigencias denotadas para el mismo. Esto los sitúa en la condición de Aprendiz Científico (menor al 6.66% mostrado en el Pregrado), lo que permite suponer que, en dependencia a esta variable y con relación al nivel deseado de dominio, el programa académico no responde al propósito para el cual fue estructurado.

De esta forma, al analizar las respuestas brindadas por los Maestros en Ciencias, se observó un 24% de respuestas *Correctas*, seguido de un 50% de *Adecuadas*, lo que en total arroja un 74%, superior a cualquiera de las otras dos condiciones. Nuevamente, se destaca la confirmación de los resultados derivados de las pruebas de Kruskal Wallis y DMS. Estos hallazgos señalan una superioridad en el desarrollo de la metacognición; al parecer la práctica profesional les permitió avanzar sustancialmente en la formación de habilidades de alto nivel.

Si bien los resultados llevan a una primera conclusión en torno al nivel mostrado por cada grupo, fue necesario investigar sobre aquellas habilidades que en lo particular estaban siendo dominantes. Para esto, se estudiaron los porcentajes encontrados en las tres categorías incluidas dentro de la metacognición: Metodología Científica, Lenguaje Científico (matemático), Difusión y Divulgación de la Ciencia. Trilogía que sustenta no solo el saber metacognitivo, sino también las meta habilidades para el trabajo científico experimental, dominante en las ciencias agrícolas.

En este caso, para la categoría de Pregrado las mejores respuestas se dieron en la Metodología Científica (12.5%) seguido del lenguaje científico (8.3%), relacionado el primero con la identificación y el planteamiento de metodologías científicas (diseños de investigación) y la segunda, relacionada con la interpretación de gráficos y cuadros donde se concentra de manera habitual un cúmulo de información, derivada de estudios o investigaciones de corte científico, la cual debe ser transformada en conocimiento a través del pensamiento de alto nivel.

En este caso, las habilidades metacognitivas para redactar artículos científicos e interpretarlos (Difusión-Divulgación) fue nulo (0.0%), encontrándose un 62.5% de respuestas *Vagtas y Confusas*. Condición que también fue dominante en el Lenguaje Científico, con 83.3%, y con 54.2% para Metodología Científica. La falta de formación y sobre todo de experiencia profesional, pudieron condicionar esta situación.

También se encontró que la dimensión Metodología Científica obtuvo el 8.3% de respuestas *Correctas* para el grupo de Posgrado. Este bajo nivel de aciertos, aunado a la ausencia de ellos para las dos categorías restantes, demanda brindar una mayor y mejor atención al desarrollo de la metacognición dentro de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de los programas académicos de posgrado. En su mayoría se observó que las respuestas fueron *Vagtas y Confusas*, del orden de 62.5%, 50% y 45.8% para Difusión-Divulgación, Lenguaje Científico y Metodología Científica respectivamente. Se destaca el 50% y 41.7% de respuestas *Adecuadas* para las dimensiones de Lenguaje Científico y Metodología Científica, hecho que los sitúa en la condición de Aprendices de Ciencia, confirmándose los hallazgos anteriores.

Finalmente, la evidencia encontrada en la categoría de Maestros en Ciencias mostraron 40%, 20% y 20% de respuestas *Correctas* para las dimensiones de Lenguaje Científico, Difusión-Divulgación y Metodología Científica respectivamente, lo cual sitúa a este grupo como el que más habilidades metacognitivas poseyó. A favor del grupo, se debe enfatizar que las respuestas *Correctas* fueron mayores para la Difusión-Divulgación (60%), seguido de Metodología Científica (50%) y Lenguaje Científico. Esto reafirma la superioridad para los Maestros en Ciencias. Nuevamente, es posible considerar que la experiencia profesional, asociada al trabajo científico operó a favor del desarrollo de la metacognición.

4.3 Habilidades Cognitivas

Bajo los hallazgos encontrados, particularmente en la metacognición, se estimó necesario determinar hasta qué punto los grupos de estudio poseían habilidades básicas de pensamiento, consideradas requisito básico para ascender a pensamientos de alto nivel.

Los resultados permiten inferir un mejor capital de Habilidades Cognitivas Básicas en los Maestros en Ciencias, expresados en porcentajes de aciertos encontrados para cada grupo (Pregrado, Posgrado y Maestros en Ciencias). Sin embargo, el análisis de varianza determinó una igualdad estadística (Tukey a 0.05, para \bar{X} de aciertos de 3.16, 3.00 y 3.60 para cada categoría respectivamente), lo que demuestra que la base cognitiva en los tres grupos fue similar. Se destaca la variabilidad mostrada

(coeficiente de variación de 21.71%), considerada aceptable, en virtud de tratarse de un estudio con muestras pequeñas y no probabilísticas.

Al revisar de manera puntual el desempeño en esta variable, se observó que los puntajes más bajos se concentraron en la dimensión *Transformaciones Lógicas*, la cual mide la habilidad para usar correctamente las reglas de inferencia lógica, lo que resultó ser el mayor problema para los tres grupos de estudio.

Pese a ello, las fallas más notorias se mostraron en Pregrado (37%), seguido en orden descendente por Posgrado y Maestros en Ciencias (30 y 20% respectivamente).

4.4 Diferencial Semántico

Con base en la evidencia y al considerar que el grupo de mayor interés para el estudio lo representó el nivel de Posgrado, se aplicó la prueba de Diferencial Semántico. Como es sabido, el Diferencial Semántico se emplea para determinar qué significa el *estímulo* que brinda una *reacción* (respuesta) en un individuo a través de su indicación en escalas de adjetivos bipolares.

Los resultados señalaron que el promedio de calificación en torno a la *enseñanza de la ciencia y tecnología experimentada durante el Posgrado* fue de -1.54, lo que indica que el grupo considera satisfactoria su experiencia en torno a este objeto o situación. La interpretación se sustenta en que el diseño de las escalas ubicó en la columna de la izquierda (negatividad) el nivel polar más relevante, lo cual fue favorecido al momento de seleccionar el nivel de percepción. Con todo ello, dada su formación y nivel educativo que estaban cursando, se esperaba que este fuera mayor, al menos por encima de -2.0.

Ello permite suponer que hace falta diseñar un programa de formación científica más cercano al fomento de las actividades asociadas a la ciencia y la tecnología, con énfasis en su potencia (prospectiva, profundidad y simpleza). El bajo nivel mostrado para las escalas de dinamismo o actividad (-1.33) proyectan también el diseño de estrategias que acerquen al estudiante a los referentes históricos y sociales de la ciencia. Estos resultados pueden explicar el nivel de Dominios de Conceptos que se mostró anteriormente.

Las evidencias permiten inferir que el problema es estructural, ya que el programa académico diseñado para fomentarla formación científica no cumple cabalmente con su objetivo. Queda por averiguar hasta dónde los maestros y la política administrativa están contribuyendo a ello.

4.5 Habilidades para la escritura científica

Los resultados, tanto en las características léxicas como morfosintácticas de los documentos, evidenciaron un bajo nivel de habilidades, situados en una escala Likert entre *Ocasionalmente* y *Nunca*, lo que llevado a la escala propuesta los ubica entre *Suficiente* y *Adecuada* (Excelente con 30 puntos, Adecuada de 20 a 29 puntos,

Suficiente de 10 a 19 puntos e Insuficiente de 0 a 9 puntos). Esto bajo una escala que designa como Excelente a aquellos que alcanzaron los valores máximos en la escala Likert (calificación de 3 y una suma de 30 puntos en total).

Se apreció que el total de puntos encontrados en cada categoría resultó bajo en función a las exigencias requeridas para cada una de ellas, debajo del nivel de calidad que ostentan. A excepción de la categoría Maestros en Ciencias, la cual obtuvo un 73% de calificación (de 0 a 100), seguido de Posgrado y Pregrado respectivamente (63 y 57 %).

La falta de dominio en esta variable, hace necesario operar un programa de formación científica (alfabetismo científico) orientado al desarrollo del pensamiento en el *papel*, en busca de adquirir esta habilidad, propia de experto científico.

De manera general, la baja expresión de las variables en estudio puede ser interpretada, bajo los criterios de Valdez-Ramírez (2005), como insuficientes, reflejo de una falta de contacto de los individuos con la ciencia, con los investigadores y con las condiciones en que se realiza, situaciones que una institución debe considerar al momento de desplegar su programa académico. Se trata nada menos que del ambiente de trabajo donde se realiza y valora la ciencia, donde existen los recursos suficientes para ello (bibliografía actualizada, redes de investigación, etc.), bajo políticas administrativas que lo fomentan. El autor establece que en la formación del científico es fundamental el papel del tutor dentro de los programas de posgrado.

No se trata de otorgar toda la responsabilidad a las instituciones educativas, sino de entender, como lo explica Olivé (2006), que más allá de cumplir con los requisitos es indispensable prestar mayor atención a los niveles educativos previos, desde donde se debe fortalecer la ciencia en México, haciendo hincapié en darle mayor atención a los maestros, los cuales deben estar preparados para la tarea de enseñar y aprender ciencia.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a las categorías de formación científica adaptadas de PISA para el Nivel Superior y de Posgrado, es posible situar a los estudiantes de Pregrado y Posgrado como Aprendices dentro del proceso de alfabetización científica, los cuales pueden identificar temas o eventos científicos claramente descritos en una variedad de contextos. Pueden seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos sencillos o estrategias de investigación. En este nivel los estudiantes pueden interpretar y usar conceptos científicos de diferentes disciplinas y aplicarlos en forma directa, además de desarrollar enunciados breves utilizando hechos y tomar decisiones basándose en conocimientos científicos (nivel 3 de PISA).

Por otra parte, es posible situar a los Maestros en Ciencias en la categoría de Aprendices Destacados, lo que se incluye dentro de los denominados Alfabetas Científicos Verdaderos, ya que pueden trabajar efectivamente con situaciones y eventos que pueden involucrar fenómenos explícitos que les exijan hacer

inferencias sobre el papel que juegan en ellas las ciencias o la tecnología. Pueden seleccionar o interpretar explicaciones de diferentes disciplinas de las ciencias o de la tecnología y relacionar esas explicaciones directamente con aspectos de situaciones que se presentan en la vida real. En este nivel, los estudiantes pueden reflexionar sobre sus acciones y comunicar decisiones usando conocimiento y evidencia científicos (nivel 4 de PISA).

Con esta evidencia es posible afirmar que el nivel de alfabetismo científico alcanzado por los estudiantes próximos a egresar de los programas académicos de Licenciatura y Posgrado en Ciencias Agrícolas evaluados, a pesar de estar incluidos en programas de calidad, se considera inadecuado, en términos de lo exigido por los estándares internacionales.

Se probó la eficacia de la métrica de evaluación empleada en este estudio, adaptada de la evaluación PISA. Se recomienda seguir con su aplicación bajo contextos disciplinarios y programas académicos distintos. Se destaca que las tipologías y escalas empleadas pueden ser aplicadas en diversos contextos de evaluación, ya que se ajustan a las premisas básicas que se exigen para el logro de la alfabetización científica en la Educación Superior y de Posgrado.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altschuler, D. R. (2009). *Dos culturas, ciencia, su divulgación y la brecha digital.* Recuperado de <http://umbral.uprrp.edu/files/Dos%20Culturas,%20Ciencia,%20su%20divulgacion%20y%20la%20brecha%20digital%20PDF.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2012). *¿Qué tan desiguales son los aprendizajes en América Latina y el Caribe? División de Educación (SCL/EDU) NOTA TÉCNICA # IDB-TN-492.* Recuperado de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=37357272>
- Banco Mundial. (2014a). *Ciencia y tecnología. Indicadores del desarrollo mundial.* Recuperado de <http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia>
- Banco Mundial. (2014b). *Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB).* Recuperado de <http://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- Bauer, M. W., Allum, N., y Miller, S. (2007). What can we learn of 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda. *Public Understanding of Science*, 16, 79-95.
- Cabral, P. I. (2001). Alfabetismo científico y educación. *Revista Electrónica de la Organización de Estados Iberoamericanos.* Recuperado de: <http://www.rieoei.org/deloslectores/Cabral.PDF>.
- Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica. (1988). *Memorias del COSNET. 1983-1988.* México: COSNET.
- Gómez-Ferri, J. (2012). Cultura: sus significados y diferentes modelos de Cultura Científica y técnica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58, 15-33.
- González-González, J., Galindo, M. N. E., Galindo, M. J. L., y Gold. M. M. (2004). *Los paradigmas de la calidad educativa, de la autoevaluación a la acreditación.* México: Unión de Universidades de América Latina. A.C.
- Gronlund, N. E. (1974). *Elaboración de test de aprovechamiento.* México: Trillas.
- Haller, E. P., Child, D.A. & Walberg, H. J. (1998). Can Comprehension be taught? A quantitative synthesis of "metacognitive studies". *Educational Researcher*, 17(9), 5-8.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, R., y Baptista-Lucio, P. (1997). *Metodología de la Investigación.* México: Mc Graw Hill.
- Higgins, E., y Tatham, L. (2003). Exploring the potential of Multiple-Choice Questions in Assessment. *Learning and Teaching in Action*, 2(1), 1-12.
- López, S. F., y Parker, G.C. (2009). Alfabetismo científico, misión de la universidad y ciudadanía: ideas para su construcción en los países en vías de desarrollo. *Avaliação, Campinas. Sorocaba, SP*, 14(2), 267-290.
- Malhotra, N. K. (2009). *Investigación de mercados.* México: Prentice Hall.
- Martínez-Piñeiro, E. (2003). La técnica Delphi como estrategia de consulta a los implicados en la evaluación de programas. *Revista de Investigación Educativa*, 21(2), 449-463.
- Miller, J. D. (1983). Scientific Literacy: A Conceptual and empirical Review. *Dædalus*, 112(2), 29-48.
- Miller, J. D. (2000). The Development of Civic Scientific Literacy in the United States. In D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), *Science, Technology and Society: A Sourcebook on Research and Practice* (pp. 21-47). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

- Nickerson, R. (1984). Kinds of Thinking Taugh in Currets Programs. *Educational Leadership*, 42(1), 26-36.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2006). *PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos*. Recuperado de <http://www.ince.mec.es/marcosteoricospisa2006.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2002). *La definición y selección de competencias clave. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y traducido con fondos de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)*. Recuperado de <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/> 03/02.parsys.78532. Download List.94248. DownloadFile.tmp/2005. Dsceexecutivesummary.sp.pdf
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2012). *Serie Mejores Políticas. México Mejores Políticas Para un Desarrollo Incluyente*. Recuperado de <http://www.oecd.org/mexico/Mexico%202012%20FINALES%20SEP%20eBook.pdf>
- Olivé, L. (2006). ¿Qué hacer en la ciencia y con la ciencia en México?. *Cinvestav*, 25, 21-28.
- Parker, G. C. (2008). Por una nueva cultura científica: más allá de las dos culturas. *Estudios avanzados*, 10, 7-24.
- Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes. (2013). *PISA en español. PISA in Focus*. Recuperado de: <http://www.oecd.org/pisa/pisaenespaol.htm>
- Rocard, M. C. Sermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. European Commission. Community Research*. Recuperado de http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-onscience-education_en.pdf
- Shamos, M. A. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- Silvio-Vaccarezza, L. (2009). Estudios de cultura científica en América Latina. *Redes*, 15(30), 75-103.
- Sturgis, P. J., y Allum, N.C. (2004). Science in Society: Re-evaluating the Deficit Model of Public Attitudes. *Public Understanding of Science*, 13, 55-74.
- Universidad de Cuenca. (2010). *Facultad de Ingeniería. Banco de preguntas del examen de admisión al primer año de las escuelas de ingeniería civil, eléctrica, informática y electrónica & telecomunicaciones*. Recuperado de iles.propedeuticousac.webnode.es/.../BANCO%20DE%20PREGUNTAS
- Valdez-Ramírez, P. (2005). La enseñanza de la ciencia en México. *Ingenierías*, 8(26), 3-5.
- Valdez-Ramírez, P. (2009). Problemas en la formación de científicos en México. *Ingenierías*, 12 (43), 12-18.
- Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Díaz, J. A., y Manassero-Mas, M. A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-30.