

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/342572500>

La formación inicial docente y la enseñanza de las ciencias: Una investigación evaluativa desde el modelo TPACK. ISBN PEARSON EBOOK: 978-607-32-5116-7 – ISBN SEV EBOOK: 978-607-725...

Chapter · December 2019

CITATION

1

READS

251

2 authors:



[Brenda Luz Colorado Aguilar](#)

Benemérita Escuela Normal Veracruzana

17 PUBLICATIONS 31 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Berenice Morales](#)

25 PUBLICATIONS 26 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: UNA INVESTIGACIÓN EVALUATIVA DESDE EL MODELO TPACK

Berenice Morales González
Brenda Luz Colorado Aguilar
(COORDINADORAS)



VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO



SEV
Secretaría
de Educación



VERA
CRUZ
ME LLENA DE ORGULLO

**LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE
Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS:
UNA INVESTIGACIÓN EVALUATIVA DESDE EL MODELO TPACK**

LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: UNA INVESTIGACIÓN EVALUATIVA DESDE EL MODELO TPACK

**Berenice Morales González
Brenda Luz Colorado Aguilar
COORDINADORAS**



Datos de catalogación bibliográfica

MORALES GONZÁLEZ, BERENICE; COLORADO AGUILAR, BRENDA LUZ (COORDINADORAS)

La formación inicial docente y la enseñanza de las ciencias:

Una investigación evaluativa desde el modelo TPACK

Primera edición

Pearson Educación de México, S. A. de C. V., 2019

Secretaría de Educación de Veracruz, 2019

ISBN PEARSON EBOOK: 978-607-32-5116-7

ISBN SEV EBOOK: 978-607-725-374-7

Área: Custom

Formato: 15 x 23 cm

Páginas: 216

La formación inicial docente y la enseñanza de las ciencias: Una investigación evaluativa desde el modelo TPACK

Este libro es un proyecto revisado por un equipo de profesionales quienes cuidaron que cumpliera con los lineamientos y estándares establecidos por Pearson Educación.

Estudio aprobado y financiado por el Fondo Sectorial de Investigación para la Evaluación de la Educación CONACYT-INEE correspondiente a la Convocatoria 2017.

Pearson Educación en su misión de divulgar el conocimiento científico y tecnológico en México con obras como este ejemplar, informa a la comunidad científica que cuenta con su Prerregistro al RENIECYT No. CVU 892558.

Dirección general: Sebastián Rodríguez ■ **Dirección de innovación y servicios educativos:** Alan David Palau ■ **Gerencia de contenidos y servicios editoriales:** Jorge Luis Íñiguez ■ **Coordinadora de desarrollo de contenidos:** Lilia Moreno ■ **Especialista en contenidos de aprendizaje:** María Elena Zahar ■ **Editor especialista en desarrollo de contenidos:** Bernardino Gutiérrez Hernández ■ **Corrección de estilo:** Felipe Hernández ■ **Coordinadora de arte y diseño:** Mónica Galván ■ **Gestor de arte y diseño:** José Hernández Garduño ■ **Lectura de pruebas:** Luis Aguilar ■ **Diseño de portada:** Diana Laura Larios Colorado, Alberto Sandoval ■ **Composición y diagramación:** FOCA Grupo Editorial.

Contacto: soporte@pearson.com

Primera edición, 2019

ISBN PEARSON EBOOK: 978-607-32-5116-7

D.R. © 2019 por Pearson Educación de México, S. A. de C. V.
Avenida Antonio Dovalí Jaime núm. 70

Torre B, Piso 6, Colonia Zedec, Ed. Plaza Santa Fe
Delegación Álvaro Obregón, México, Ciudad de México,
C. P. 01210

Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana
Reg. Núm. 1031

ISBN SEV EBOOK: 978-607-725-374-7

D.R. © 2019 por Secretaría de Educación de Veracruz
Km. 4.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz
Colonia SAHOP C.P. 91190, Xalapa, Veracruz
www.benv.edu.mx

Impreso en México. *Printed in Mexico.*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 - 22 21 20 19

www.pearsonenespañol.com



Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse o transmitirse, por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito de los coeditores.

Pearson Hispanoamérica

Argentina ■ Belice ■ Bolivia ■ Chile ■ Colombia ■ Costa Rica ■ República Dominicana ■ Ecuador
■ El Salvador ■ Guatemala ■ Honduras ■ México ■ Nicaragua ■ Panamá ■ Paraguay ■ Perú ■ Uruguay

Directorio

CUITLÁHUAC GARCÍA JIMÉNEZ
Gobernador del Estado de Veracruz

ZENYAZEN ROBERTO ESCOBAR GARCÍA
Secretario de Educación de Veracruz

MARITZA RAMÍREZ AGUILAR
Subsecretaria de Educación Básica

JORGE MIGUEL USCANGA VILLALBA
Subsecretario de Educación Media Superior y Superior

MOISÉS PÉREZ DOMÍNGUEZ
Subsecretario de Desarrollo Educativo

ARIADNA SELENE AGUILAR AMAYA
Oficial Mayor

ADRIÁN MOTA MONTOYA
Coordinador de Delegaciones Regionales

MARÍA CRISTINA LARA BADA
Directora de Educación Normal

DANIEL DOMÍNGUEZ AGUILAR
Director de la Benemérita Escuela Normal
Veracruzana “Enrique C. Rébsamen”

Agradecimientos

La investigación evaluativa en las escuelas normales implica un compromiso social para abonar a la generación de conocimientos e integrar éstos al campo de la formación inicial docente. Esta obra busca precisamente dar a conocer los avances más importantes derivados del proyecto *Evaluación de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares en la enseñanza de la ciencia en el Estado de Veracruz*, estudio aprobado y financiado por el Fondo Sectorial de Investigación para la Evaluación de la Educación CONACYT-INEE, correspondiente a la convocatoria 2017. Reconocemos que la producción de este texto, aunado a otras publicaciones y participaciones en congresos, durante el mismo periodo de doce meses en que se realiza la investigación, representó un plan ambicioso. Sin embargo, valoramos la oportunidad para abonar al campo de conocimiento que nos apasiona y le otorga un sentido significativo a nuestro quehacer docente como un espacio de laboratorio complejo para investigarse, comprenderse y, por lo tanto, transformarse de manera cada vez más profunda. A este proyecto editorial se sumaron profesionales educativos de diferentes instituciones, quienes han colaborado al campo de la innovación e investigación en las escuelas normales.

Agradecemos al Comité Técnico y de Administración del Fondo Sectorial de Investigación de la Evaluación CONACYT-INEE por el apoyo otorgado, a través de la Convocatoria de Investigación para la Evaluación de la Educación 2017-1, pues ha representado, a la fecha, la única vía para obtener un financiamiento específico para un proyecto de investigación en dos escuelas normales del estado de Veracruz. A la Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, por el apoyo de su secretario como representante legal del proyecto, y a la Dirección de Recursos Financieros a través del Departamento de Control y Operación de Programas Institucionales, quienes nos apoyaron. Nuestro agradecimiento al personal de la Dirección de Escuelas Normales.

Y por supuesto reconocemos la participación y la amistad de los integrantes de ambos grupos colegiados que colaboraron en diferentes actividades en esta investigación. Del Cuerpo Académico Políticas Públicas y Evaluación Educativa de la Benemérita Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen” de la ciudad de Xalapa, Veracruz, participaron el maestro Gerson Edgar Ferra Torres, quien además fun-

gió como responsable administrativo en este proyecto y cuya labor permitió el ejercicio presupuestal planeado. Colaboraron también el maestro Alejandro A. Arrington Báez, el maestro Ramón Zárate Moe-dano y la maestra Lucía del Rosario Méndez Salazar. Se contó con el apoyo de tres alumnas y un alumno becario, además de la participación de las coordinadoras de este libro.

Del Cuerpo Académico Innovación Educativa y Práctica Docente del Centro Regional de Maestros “Gonzalo Aguirre Beltrán”, contribuyeron la doctora Carolina Colunga Jiménez, la maestra Imelda Godínez Zaragoza, la maestra Bertha Laura González del Ángel y la maestra Dulce María Pérez Martagón; a todas ellas *muchas gracias*.

Sirva esta publicación como retribución a todos los formadores de docentes y docentes en formación que, de alguna manera, participaron en las actividades de la investigación.

Berenice Morales González

Brenda Luz Colorado Aguilar

Prólogo

Aprender, enseñar e investigar sobre ciencia y tecnología en las Escuelas Normales

Las implicaciones de la educación científica en nuestra niñez quizá no sean visibles de manera inmediata, pero tendrán una clara repercusión en su papel como ciudadanos en un mundo cuya única constante son las crisis sociales, ambientales, económicas, de salud, etcétera. ¿Cómo podrán comprometerse con su prevención, si no tienen el referente de la ciencia para entender qué es lo que las origina y las transforma?

La presente obra surge de un proyecto cuyo objetivo es evaluar, en la formación inicial docente, la articulación de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares para la alfabetización científica en la educación básica. Con ese objetivo, la obra tiene por lo menos tres lecturas: *la primera* es un acercamiento a los procesos de formación de los futuros docentes en la enseñanza de la ciencia, y a la educación científica en nuestro país; *la segunda* es un escaneo pormenorizado de los logros y las limitaciones en la formación científica de los futuros docentes en educación básica de las instituciones participantes; y *la tercera* es un análisis crítico contextualizado y proactivo de las restricciones que enfrentan las normales para contribuir al conocimiento científico y a la formación del pensamiento científico tanto en los futuros docentes como en el alumnado de educación básica.

A lo largo de la obra, el docente es visto como uno de los principales agentes capaces de promover la formación de un alumnado para que comprenda la ciencia y se comprometa con ella. Para entender sus conocimientos y actuaciones, los autores de la obra adoptan el modelo de los conocimientos tecnológicos pedagógicos y de contenido (TPACK, siglas de *Technological Pedagogical Content Knowledge*), que presentan como una alternativa sistemática para comprender de manera integrada la experiencia, la práctica cotidiana, los conocimientos y la formación de los docentes.

En sus diferentes capítulos, los autores proponen herramientas que sirven al lector para analizar los conocimientos que, de acuerdo con el modelo TPACK, son necesarios para enseñar ciencia y saber cómo enseñar ciencia. Asimismo, el lector se acerca a la perspectiva de los estudiantes normalistas sobre la formación recibida para diseñar, desarrollar y evaluar situaciones didácticas en ciencias. De esta manera, la obra se

acerca a la visión de los estudiantes normalistas sobre lo que será su práctica educativa al enseñar ciencia, desde una perspectiva teórica que permita explicar dicha visión.

Examinar los conocimientos pedagógicos, tecnológicos y de contenido de los futuros docentes lleva a los autores a reconocer los conocimientos sobre ciencia que indiscutiblemente tienen, así como a identificar los conocimientos que consideran que requieren profundizar. De esta manera, la investigación sustentada en el modelo TPACK aporta directrices sobre qué y cómo evaluar, y sobre qué y cómo enseñar a los responsables de la enseñanza de la ciencia.

En su conjunto, la obra lleva a reflexionar sobre la necesidad de que la formación de los futuros docentes se conciba como un proceso a largo plazo. Los adultos no cambian sus esquemas de conocimiento o sus creencias docentes, ni llegan a comprender el proceso de aprendizaje de sus alumnos después de una experiencia de aprendizaje de algunas horas o días, ni con un manual claro con instrucciones precisas sobre cómo llevar a cabo un conjunto de actividades. De hecho, necesitan aprender a lidiar con la incertidumbre que genera llevar a la práctica una actividad para enseñar ciencia, así como a la frustración que suele surgir de una actividad que no obtiene los resultados esperados. Ambos son retos que enfrenta el docente que enseña ciencias y que se espera que su formación como docente le debiera dar herramientas para afrontarlos.

El panorama presentado por la obra también lleva a reflexionar que la formación de los futuros docentes para enseñar ciencia debe contemplar el apoyo a la evolución de su visión sobre el conocimiento científico y la forma de conocerlo. En un trayecto a largo plazo, respaldado por su experiencia y el apoyo adecuado en su formación, pasará de ver el conocimiento científico como un conjunto de verdades absolutas e irrefutables, a verlo como algo relativo, contextualizado y en constante transformación.

De igual manera, llegará a comprender el papel que juegan en el aprendizaje de la ciencia los procesos cognoscitivos, afectivos y sociales de los alumnos; y pasará de enseñar el conocimiento científico centrado en la figura del docente a enseñarlo centrándose en los procesos de sus alumnos. Por lo tanto, el estudiante para maestro logra entender las formas de pensamiento de sus alumnos al aprender ciencia, valorando así que los alumnos de educación básica vivan experiencias de aprendizaje en las que —para aprender ciencia— pongan en juego sus recursos cognoscitivos, afectivos y sociales.

Una contribución importante de la obra es la identificación del trayecto que siguen los estudiantes de la normal, sus docentes y las institu-

ciones en la apropiación de la tecnología para innovar en la formación. Los resultados presentados en diferentes capítulos describen más que una trayectoria lineal, ya que se trata de un peregrinaje en el que alumnos y docentes de las instituciones participantes experimentan logros y sinsabores. Aunque a la larga propiciarán nuevas y más complejas formas de pensar y de aprender, en tanto posibilitan interactuar con múltiples perspectivas para comprender y solucionar problemas profesionales, *las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)* representan retos tanto para alumnos como para docentes, pues sus roles y compromisos cambian de forma drástica, a la vez que las formas tradicionales de aprender y enseñar se resisten a desaparecer o a transformarse. Los autores dejan ver que la apropiación de la tecnología acercará a las escuelas al ideal del aprendizaje autónomo y autorregulado de los alumnos al aprender, pero también señalan el sinfín de restricciones administrativas, curriculares y personales que una institución de educación superior con las características de la escuela normal debe superar para asegurar su viabilidad.

En cada capítulo cabe resaltar la pulcritud con que se presenta la construcción y adaptación de las diferentes herramientas de indagación empleadas, así como los argumentos que surgen de los análisis documentales y de los resultados obtenidos en las diferentes etapas de la investigación.

El capítulo 1 es “una reflexión de las políticas públicas en torno a la definición de apoyos para el fomento a la ciencia desde las esferas gubernamentales”.¹ Analiza diferentes iniciativas que, en conjunto, describen cómo las instituciones de educación superior poco a poco se han abierto paso en el desarrollo de la investigación. Igualmente revisan las iniciativas curriculares que parecieran seguir tendencias mundiales en la educación en ciencia y uso de la tecnología, así como en la apropiación de herramientas para valorar el aprovechamiento de los alumnos. Para nuestro infortunio, aunque los problemas se han documentado, los autores plantean que nada de esto se ha reflejado en un mejor aprendizaje de la ciencia en educación básica o un mejor aprovechamiento del conocimiento científico desarrollado. Los autores afirman que sobre las carencias en estos rubros “el Estado mexicano ha quedado a deber en la concreción de estas políticas, aunque abona también a esta situación el contexto multicultural y social del país”.

El capítulo 2 inicia con una reflexión sobre las consecuencias lamentables de que una cultura no valore la ciencia y la necesidad de revi-

¹ En adelante, el entrecorillado hará referencia a citas textuales de los autores de cada capítulo.

sar la preparación de los futuros docentes, para prevenir esta hecatombe social favoreciendo *la alfabetización científica* de los futuros ciudadanos. El caso que se analiza es la Benemérita Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen”. El abordaje es perspicaz, y se compara a los alumnos de la institución con ciudadanos comunes, empleando un cuestionario de conocimientos sobre ciencia afín con el empleado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y con otro de nivel internacional. Se hace un análisis crítico de las implicaciones en la enseñanza en educación básica que tienen las carencias de los futuros profesores. Los autores concluyen lo siguiente: “El grado de alfabetización científica de los normalistas dista mucho de ser el ideal, teniendo en cuenta que durante su vida laboral tendrán que guiar al menos a 30 generaciones de estudiantes de educación básica para aprender ciencias”. Sin embargo, los autores apuntan que éstos “han servido como detonador para distintas acciones con miras al impulso de la alfabetización científica”. Siempre habrá que pensar en cómo la evaluación del conocimiento de un docente podrá beneficiar a éste al tomar decisiones sobre su formación.

En el capítulo 3 se hace un análisis breve pero sustancial de cómo ha evolucionado el significado de enseñar ciencia para que a partir de ello, y de analizar las necesidades actuales de formación de los docentes, recalcando su papel como aprendices en constante desarrollo, necesitarán comprender no sólo el conocimiento científico, sino también el proceso de los niños en la construcción de los conocimientos científicos y cómo se apropian de la tecnología en diferentes momentos del desarrollo. Documentado en la literatura especializada, un análisis interesante es el papel que en la enseñanza de la ciencia juegan las experiencias que tienen como aprendices los futuros docentes. ¿Cómo puede la formación revertir concepciones distorsionadas o limitadas sobre ciencia? ¿Cuál es el impacto de los conocimientos del docente en su práctica de enseñanza? ¿Cómo aprovechar la tecnología para fortalecer la enseñanza? Son las preguntas que pretende responder el análisis de los autores sustentado en el modelo TPACK y la enseñanza basada en la indagación.

En el capítulo 4 la autora hace una presentación detallada de las bondades y aportes del modelo TPACK para comprender el proceso de formación y práctica educativa de los docentes. Señala su relevancia para atender lo indispensable de “la plena articulación entre el contenido, la didáctica y el conocimiento sobre los recursos a emplear en las actividades con los estudiantes para generar espacios efectivos de aprendizajes”. En su análisis, la autora va develando la relación entre

enseñar ciencia y apropiarse de la tecnología que diferentes investigaciones han evidenciado. También, acertadamente, considera el papel de los procesos afectivos y cognoscitivos de los profesores.

El capítulo 5 describe el proceso metodológico del proyecto, y se presenta de manera clara y sistemática el enfoque que se sigue en la investigación. Se caracteriza por emplear un diseño mixto donde los métodos, procedimientos y técnicas bajo los enfoques cualitativo y cuantitativo se adaptan a los propósitos del estudio, cumpliendo la finalidad de comprender mejor el problema que supone formar docentes para la enseñanza de la ciencia. Es notoria la robusta argumentación que se sigue para justificar las decisiones en el diseño de investigación y metodológico.

El capítulo 6 presenta un análisis detallado del procedimiento estadístico y los resultados obtenidos para asegurar la confiabilidad y validez de los instrumentos empleados: la escala TPACK y la escala situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia. Los análisis realizados muestran índices apropiados en las escalas integradas; asimismo, se presentan alternativas para reducir el número de ítems. Ambas escalas se presentan en su versión completa y se da información sobre cada reactivo, con lo que se vuelve una herramienta muy útil para sus futuros usuarios.

En el capítulo 7 se ofrece un análisis robusto de la aplicación de las escalas integradas (TPACK y DIE). Son esclarecedoras las explicaciones sobre las similitudes y diferencias entre las respuestas de la población (docentes y alumnos) asociadas con la licenciatura y el trayecto formativo, y las variables diseño, intervención y evaluación de situaciones didácticas, creencias y TPACK. La interpretación de los resultados apunta hacia dos ideas centrales: **1.** La visión de los futuros maestros sobre enseñar ciencia es moldeada no sólo por su experiencia aprendiendo ciencia, sino también por la disposición de sus maestros al enseñarla. **2.** Los cursos en los que se integran componentes considerados en el modelo TPACK son más exitosos al enseñar cómo enseñar ciencia. En ambos casos, se resalta el compromiso de los profesores e instituciones al pensar formas innovadoras de enseñanza “más allá de la transmisión de planes y programas validados por la autoridad educativa federal”.

Por su naturaleza, el capítulo 8 es abundante en ideas derivadas de las expresiones de estudiantes participantes en grupos focales. El análisis cualitativo, desde la teoría fundamentada, es prolijo y creativo. Lo más atractivo es el acercamiento a los significados expresados por los alumnos de las instituciones participantes sobre enseñar y apren-

der ciencia. Se aprecia una amplia gama que va de asumir verdades absolutas a desarrollar construcciones personales filtradas por un posicionamiento personal en un contexto de enseñanza. En relación con la tecnología, el análisis parece indicar que ésta puede ser una oportunidad para aprender de forma autónoma y significativa, al volverse más que un recurso para la enseñanza, un contexto de enseñanza. En general, las participaciones de los futuros docentes en los grupos focales dejan ver que ellos construyen, más allá del currículo de su institución, una visión propia sobre el entramado entre formación disciplinar y actuación profesional y uso de la tecnología.

En el capítulo 9 se hace una apología sobre el deber de enseñar ciencia y el derecho de aprenderla. Los argumentos más importantes se dirigen a entender cuáles son las situaciones que necesitan transformarse en el docente mexicano que enseña ciencia. Éstas, proponen los autores, incluyen propiciar cambios en la formación científica de los maestros para favorecer prácticas educativas centradas en el alumno: “es oportuno favorecer el desarrollo de competencias científicas dentro de los rasgos del perfil de egreso que los lleve a adoptarlas como un estilo de vida y hacer de lo cotidiano una ciencia”. Los autores señalan que un aspecto clave para el cambio es la transformación del modelo formativo del docente y “replantear la forma de hacer ciencia y favorecer el desarrollo del pensamiento científico”.

El capítulo 10 ofrece un amplio panorama desde el cual ponderar el impacto del proyecto y juzgar los resultados e implicaciones de la investigación plasmada en la obra que usted tiene en sus manos. Analiza la situación de los recursos de las normales y la necesidad de transformarlas para satisfacer los logros que actualmente se demandan a una institución de educación superior. Los autores proponen enfocar los esfuerzos en la formación inicial docente, dando prioridad a la actividad profesional desde etapas tempranas del proceso de formación. Esta idea se presenta sustentada en la literatura especializada que aporta evidencia empírica y diversos argumentos teóricos, así como en la postura de organismos internacionales cuyos señalamientos son rectores de la educación. No obstante, los autores también destacan la necesidad de atender la impostergable tarea de que las escuelas normales adopten las TIC, consolidándolas hasta que se constituyan en espacios de formación de los docentes y una herramienta para eficientar el funcionamiento institucional.

El capítulo 11 es un referente para entender el contexto de la investigación, sus resultados y sus implicaciones. Describe el periplo de la educación normal en el estado de Veracruz hacia alcanzar la institu-

cionalización de la investigación. Los autores proponen las bases para apoyar a que los docentes de las normales se involucren en la investigación educativa; analizan las esperanzas y los desencantos de algunas experiencias en la gestión institucional de la investigación, pues ambos sirven de enseñanza para quienes asumen el desafío “de trascender a los nuevos retos de la investigación educativa en todos sus niveles académicos, demanda que se sustenta en parte por una sociedad cada vez más educada y conocedora de la competitividad profesional”.

Cada lector elegirá una ruta y qué propósitos seguirá al leer este libro y decidirá qué tomar en cuenta y qué no; lo cierto es que al final comprenderá que en México enseñar ciencia no es tan sólo un asunto de voluntades políticas, sino un compromiso que responsablemente todos los involucrados en la educación debemos asumir y que esto significa un ejercicio de resiliencia, pues no siempre se encontrará el apoyo deseado ni se obtendrán los resultados esperados. Sin embargo, la empresa lo vale y así lo demuestran los trabajos de los autores.

Esta obra es un claro reflejo del compromiso y la ética necesarios para poner la investigación al servicio de la educación en una de las escuelas normales formadoras de futuros docentes. Ejemplifica cómo la escuela normal puede constituirse en un espacio para que docentes y alumnos desarrollen investigaciones que, a la postre, lleven a la innovación educativa en la formación de los futuros docentes y en la educación básica.

Dra. Rosa del Carmen Flores Macías

Contenido

Agradecimientos vii

Prólogo ix

Capítulo 1

Políticas y tendencias para el fomento del pensamiento científico: una visión desde los planes de desarrollo 1988-2018 I

Gerson Édgar Ferra Torres
Lucía del Rosario Méndez Salazar
Román Castro Miranda

Capítulo 2

Evaluación del nivel de alfabetización científica entre los alumnos de la Benemérita Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen”. Un estudio antecedente II

Ramón Zárate Moedano
Rosa Luz Pérez Hernández

Capítulo 3

Bases teóricas y estado actual de la enseñanza de la ciencia en la formación inicial docente 37

Brenda Luz Colorado Aguilar

Capítulo 4

Estudios de frontera sobre TPACK y enseñanza de la ciencia 59

Berenice Morales González

Capítulo 5

El proceso metodológico del proyecto 73

Berenice Morales González
Brenda Luz Colorado Aguilar

Capítulo 6

Confiabilidad y validez de las escalas integradas TPACK y situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia, una argumentación cuantitativa 87

Claudio Rafael Castro López
Alma Janett Tenorio Aguirre
María de Jesús Barradas Guevara

Capítulo 7

Análisis cuantitativo de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares para la enseñanza de las ciencias 103

Berenice Morales González
Ramón Zárate Moedano
Alejandro A. Arrington Báez

Capítulo 8

Análisis de datos cualitativos sobre la formación inicial docente y la enseñanza de la ciencia 125

Brenda Luz Colorado Aguilar
Berenice Morales González

Capítulo 9

La ciencia en la formación docente inicial:
logros, retos y perspectivas 155

Carolina Colunga Jiménez
Imelda Godínez Zaragoza
Bertha Laura González del Ángel
Dulce María Pérez Martagón

Capítulo 10

Innovación en y para la formación inicial
docente 171

Ramona Imelda García López
Rubén Edel Navarro

Capítulo 11

Gestión para la investigación: retos en la
educación normal de Veracruz 185

Grecia Herrera Meza
Jocelyn Cano Rodríguez
Merced Guadalupe Hoyos Ramírez

CAPÍTULO

1

**Políticas y tendencias
para el fomento del
pensamiento científico:
una visión desde los
planes de desarrollo
1988-2018**

Gerson Édgar Ferra Torres¹
Lucía del Rosario Méndez Salazar²
Román Castro Miranda³

A nivel mundial, el fomento a la ciencia y la tecnología se considera como parte fundamental del desarrollo social y económico y de la calidad de vida de sus habitantes. Los resultados y la implementación de los hallazgos de la investigación repercuten de manera fehaciente en el desarrollo global de un país.

La escasa inversión en investigación y desarrollo de manera adecuada y suficiente proveerá recursos muy limitados y, en consecuencia, una fragilidad en el contexto de incertidumbre propio de nuestros tiempos (CONEVAL, 2016, p. 21). De manera causal, el diseño de políticas públicas para fomentar la ciencia y la tecnología en México se encuentra cimentado en las necesidades de la población, el desarrollo regional, el aprovechamiento de los recursos naturales y las nuevas tendencias en el uso y la apropiación de la tecnología. Barba y Zorrilla (2010) plantean que estas políticas se destaquen por la pertinencia del hecho de incorporar de manera eficaz la participación social.

Según datos del Consejo Nacional para la Evaluación de la Política Social (CONEVAL), en los últimos 25 años México ha centrado sus esfuerzos en impulsar acciones tendientes al desarrollo científico y tecnológico a partir de los planes de desarrollo. Un hecho tangible es la proporción de patentes registradas en el país con respecto a las registradas por extranjeros: 8.4 en comparación con 91.4. Algunos factores que se reflejan como consecuencia de lo anterior son el presupuesto asignado a las actividades científicas, por ejemplo, el gasto del producto interno bruto (PIB) destinado a este ámbito, el cual se ha mantenido sin variación desde 1994.

El siguiente factor es el número de egresados en el campo del conocimiento de las ingenierías y ciencias básicas, aunque la problemática realmente no radica en cuántos egresan, sino en la proyección de su campo laboral, es decir, no ha existido una planeación estratégica adecuada, pues las áreas de la aplicación tecnológica orientadas al desempeño moderno del país en sus diversos sectores, líneas transversales e impulso al

¹ Doctorante en Sistemas y Ambientes Educativos por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, jefe del Área de Investigación de la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del Cuerpo Académico de Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2).
E-mail: gersonft@gmail.com

² Doctora en Educación por la Universidad Iberoamericana (UIA), profesora en la licenciatura en Educación Especial de la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del Cuerpo Académico de Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2).
E-mail: mendezsalazarlucy@gmail.com

³ Doctor en Educación por el Colegio de Estudios Avanzados de Iberoamérica. Profesor en la licenciatura en Educación Primaria de la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del CA Cultura de la Legalidad y Derechos Humanos (BENVECR-CA3).
E-mail: romancastrobenv@gmail.com

desarrollo regional no han sido impactadas, como debieran, por acciones de investigación y desarrollo (CONEVAL, 2016, p. 16).

De alguna forma, esos factores tienen alguna incidencia en la definición de políticas públicas en educación básica y en educación superior, ya que son las bases para su diseño e implementación. Actualmente existe una desarticulación entre el fomento a la ciencia desde los organismos públicos dedicados a ello y el interés en la educación básica. Si bien existen esfuerzos aislados, no han sido suficientes.

Este primer capítulo se centra en una reflexión de las políticas públicas en torno a la definición de apoyos para el fomento a la ciencia desde las esferas gubernamentales reconociendo, de antemano, los cambios sexenales en nuestro país durante los últimos 25 años.

Políticas para el fomento a la ciencia y la tecnología, 1992-2019

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 se estableció el Acuerdo Nacional para el Mejoramiento Productivo del Nivel de Vida y una parte medular para alcanzar su objetivo fue la educación, donde se planteó avanzar hacia un concepto de educación básica donde se superaran los vacíos existentes entre los distintos niveles educativos y se consideró fortalecer la investigación científica y tecnológica como se enuncia en el Plan Nacional de Desarrollo (1989): “Se llevará a cabo a través de promover tareas de investigación e innovación, y enfatizar la cultura científica en todos los niveles del sistema educativo” (p. 41).

En el Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica —ANMEB— (1992), se plantearon acciones para reorganizar el sistema educativo, como incrementar el número de días efectivos de clase, y reformular los contenidos y materiales educativos. En torno a la enseñanza de la ciencia, en este acuerdo se cita lo siguiente:

Todo niño debe de adquirir un conocimiento suficiente de las dimensiones naturales y sociales del medio en que habrá de vivir, así como de su persona, y en ello destacan por su importancia la salud, la nutrición, la protección del medio ambiente y nociones sobre distintas formas de trabajo (p. 10).

De esta forma, dentro del Programa Emergente de Reformulación de Contenidos y Materiales Educativos del Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica, se planteó como uno de los objetivos *reforzar* el aprendizaje de aquellos contenidos relacionados

con el cuidado y la salud del alumno, así como acentuar una formulación que inculque la protección del medio ambiente y los recursos naturales.

En este sexenio se habló de la importancia de la investigación científica y el desarrollo tecnológico como instrumento para el desarrollo del país; también se buscó vincular los aprendizajes en todos los grados con la producción e innovación científica, generar una cultura científica y fomentar la creatividad desde los primeros grados educativos. Se visualizó a la educación como generadora de actitudes de búsqueda y de metodologías de investigación en todos los niveles educativos. En educación secundaria se habló de establecer un plan de estudios para formar individuos críticos y reflexivos en el marco de una formación científica y humanística, y una cultura tecnológica regionalizada. Por lo tanto, se visibilizó la importancia de la educación científica como una acción fundamental para el desarrollo.

Lo anterior fue amalgamado por la descentralización de los servicios educativos en el país, la creación de las secretarías de educación de los estados, y el establecimiento de las bases para el rediseño de planes y programas de estudio para la educación básica y normal.

En el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, se presentaron como logros la ampliación de la infraestructura y cobertura de educación básica, y se distinguieron como retos incrementar la eficiencia terminal en educación básica, ampliar la cobertura con calidad, mejorar los servicios de educación indígena y educación especial, vincular la planta productiva con la comunidad educativa y dar un impulso a la formación para el trabajo.

En el ámbito de la ciencia y en el contexto de la globalización, se buscó que nuestro país adquiriera mayor participación en el avance científico; para ello, se propuso fortalecer la investigación a nivel de educación superior como se cita en el Plan Nacional de Desarrollo: “Una tarea que merecerá gran atención será la enseñanza de la ciencia y la tecnología a niños y jóvenes, en todos los niveles educativos. Para ello, se conformaron grupos especializados que diseñarán la mejor forma de cumplir este objetivo” (p. 77).

El primer cambio de régimen gubernamental llegó en el año 2000 y, desde el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, se mencionaba que la equidad social y educativa eran los retos para potenciar a México y se buscó que la educación se concibiera como un bien público, expandiendo y multiplicando las oportunidades educativas y la diversidad de la oferta para todos los sectores de la sociedad. Se presentó la realidad de la deserción escolar sobre todo en el nivel de secundaria y educación

superior, y se reconoció la desvinculación existente entre la educación tecnológica y el aparato productivo; se reflexionó sobre la “poca atención que se da a la ciencia, a la investigación científica y al fomento a la innovación” (p. 100).

Se reconoció que los planes y programas de estudio no incluían en general el empleo sistemático de las nuevas tecnologías de información como herramientas de aprendizaje y se admitió que el desarrollo científico y tecnológico es un motor de cambio y progreso, pero que el sistema nacional de investigación no se había articulado adecuadamente con las necesidades sociales y productivas del país. Dentro de las estrategias que se enuncian se buscó promover actividades científicas y tecnológicas, para atender a las necesidades de la sociedad y se mencionó que “la ciencia básica es una prioridad para la educación y el desarrollo cultural del país” (p. 106).

Como parte del Estado evaluador y al ser México participante de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), se iniciaron los procedimientos para evaluar el nivel de enseñanza y aprendizaje de las ciencias mediante el uso de pruebas estandarizadas: PISA y EXCALE.

En 2005 se dio inicio a la aplicación de las pruebas EXCALE (*examen para la calidad y el logro educativo*), con el propósito de valorar en qué medida se cumplen los objetivos del currículum nacional, en concreto, en la enseñanza de las ciencias en las asignaturas de Ciencias Naturales en educación primaria y Biología en educación secundaria y preparatoria (bachillerato), de modo que se tuviera un parámetro sobre el logro de los estudiantes en cuanto a la enseñanza de la ciencia de 2005 a la fecha.

A nivel internacional, desde el año 2000, pero concretamente en 2006, el programa PISA —Programme for International Student Assessment— (OCDE, 2011) evaluó la competencia o alfabetización científica, con lo que se busca conocer la disposición de los estudiantes a involucrarse en asuntos de ciencia, tecnología, medio ambiente y recursos naturales. Nuestro país ocupó el lugar 31 en esta evaluación, ubicándonos por debajo del promedio esperado en cuanto a alfabetización científica.

Esos fueron los primeros pasos para que, a partir de los usos de la evaluación, se diseñaran políticas adecuadas y pertinentes con respecto al fomento de la ciencia y la tecnología desde el nivel básico hasta el superior; una prueba vigente de ello fue el fortalecimiento de la educación tecnológica a nivel superior y la creación de nuevas áreas del conocimiento en materia de ciencia.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, específicamente en el eje de igualdad de oportunidades, se vuelve a mencionar la necesidad de ampliar la cobertura de la educación para llegar a todos los mexicanos. Asimismo, se plantearon algunas acciones para la transformación educativa con el objetivo de elevar la calidad de ésta, lo cual significó para este gobierno “atender e impulsar el desarrollo de las capacidades y habilidades individuales, en los ámbitos intelectual, afectivo, artístico y deportivo” (p. 182). Este gobierno hizo énfasis en los mecanismos de evaluación de resultados de alumnos y maestros, la necesidad de reforzar la capacitación de profesores, y la actualización de programas de estudio con la finalidad de desarrollar habilidades, competencias y valores que permitieran mejorar la productividad y la competitividad para insertarse en la vida económica del país.

Un objetivo en específico del Plan Nacional fue impulsar el desarrollo y la utilización de nuevas tecnologías en el sistema educativo, para apoyar la inserción de los estudiantes en la sociedad del conocimiento. Se enunciaba que “no basta con saber leer y escribir, para competir exitosamente hace falta también saber utilizar las computadoras y tener acceso a las telecomunicaciones informáticas” (p. 188). Se propuso como estrategia promover la educación de la ciencia desde la educación básica, y se buscó la matriculación en opciones educativas orientadas a la ciencia y la tecnología desde educación preescolar, primaria y secundaria, sin hacer a un lado la formación humanista.

En el Programa Sectorial de Educación de este sexenio se especificaron acciones para cumplir los objetivos anteriormente mencionados: se buscó promover en todo México la incorporación de las tecnologías en las aulas para apoyar el aprendizaje de los alumnos. Se intentó fortalecer la formación científica y tecnológica en educación básica al diseñar un modelo de uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y, con ello, se planteó un modelo que se implementó en las escuelas para el uso de tecnología, mediante la utilización de la enciclomedia en 5º y 6º de primaria y telesecundaria, capacitando al personal docente y a los alumnos en su manejo. Se buscó desarrollar modelos pedagógicos para el uso de tecnologías en la educación y proporcionar la conectividad necesaria para construir una red educativa multipropósito para educación básica. Para lograr lo anterior, se pretendía crear el Centro Virtual para la Educación Básica (CIVEB) y el Aula de Telemática Educativa.

De acuerdo con Cuevas, Hernández, Leal & Mendoza (2016), la enseñanza de la investigación a niños desde sus primeros años de educación es una oportunidad para el fomento de sus potencialidades; es-

pecíficamente en este sexenio, desde 2009 se incluyó en los planes y programas elaborados por la Secretaría de Educación Pública (SEP) la enseñanza de las ciencias como una materia donde se desarrollan las primeras habilidades de investigación: observar, explorar y comprender, específicamente a través de la materia de Exploración de la Naturaleza y la Sociedad en primero y segundo grados de primaria, y en Ciencias Naturales de tercero a sexto de primaria. En 2011, con el Acuerdo 592 se estableció que con la asignatura de Ciencias Naturales los estudiantes se aproximarían al estudio de los fenómenos de la naturaleza construyendo actitudes positivas para la ciencia.

Fue una época donde se sentaron las bases para que dentro del currículo de la educación básica se incluyeran no sólo contenidos sobre el fomento a la ciencia, sino que se buscó un modelo pedagógico que transformara el acercamiento de los estudiantes a este campo formativo.

Se dio paso, entonces, a otro cambio gubernamental en 2012 y en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Se habló entonces de la importancia de promover una educación de calidad para potenciar el desarrollo de las capacidades y habilidades de cada ciudadano en todos los ámbitos; se mencionaba la preocupación del lugar que México ocupa entre los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) de acuerdo con las evaluaciones internacionales PISA; también se alude a que para alcanzar una sociedad del conocimiento, es necesario trabajar en cuanto a la ciencia y la tecnología, donde México se caracteriza por su bajo nivel de inversión.

En el Plan se enuncia que las habilidades que se requieren para el ámbito laboral han cambiado y que el acceso a la información por los medios tecnológicos hace que sea necesario formar a alguien en condiciones de manejar e interpretar esa información, por lo que es necesaria la vinculación entre la educación, la investigación y el sector productivo. Se hablaba de la importancia de apoyar la ciencia, mas no se especificaban acciones en concreto para educación básica.

En el Programa Sectorial de Educación de este sexenio, se plantearon acciones para impulsar la educación científica como elemento indispensable para la transformación de México. Se reflexionaba lo que significa transitar a una sociedad del conocimiento y la importancia de impulsar una actitud creativa desde educación básica y, a la vez, desarrollar el valor ético de la ciencia. Se consideró la necesidad de proveer de las nuevas tecnologías de la información y telecomunicación a toda la población estudiantil, e impulsar a los jóvenes a realizar estudios de posgrado para dedicarse a esta actividad buscando incrementar los recursos del Fondo Sectorial SEP-CONACYT y la ampliación de la

oferta de posgrados de alta calidad y pertinencia a través del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

De manera directa, lo único que se enuncia en este plan sectorial para educación básica es la necesidad de impulsar programas que estimulen la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación, especialmente en niños y jóvenes, pero sin concluir en algún programa específico.

La figura 1-1 representa una cronología donde se abordan los diferentes propósitos y objetivos que tuvo el diseño de políticas públicas y educativas en el ámbito científico.

A lo largo de estos 27 años, se advierten las preocupaciones de los gobiernos en turno, como la cobertura de los servicios educativos, y se visibiliza la necesidad de una formación científica de cara a la globalización, ya que la aplicación de pruebas de carácter internacional ha hecho patente la necesidad de una formación en ese sentido desde los primeros años de educación.

Las políticas de ciencia y tecnología han estado presentes en el diseño de los planes de desarrollo y programas sectoriales de educación desde la década de 1990. Aunque se encontraron cambios sustanciales en su intención, la tendencia siempre ha sido un mayor impulso a este campo desde diversas aristas. En un inicio, mediante la ampliación de la cobertura y la definición de un perfil de ciudadano inmerso en la ciencia, pero sin un espacio laboral y social donde desarrollarse; más adelante, con la creación y el fortalecimiento de instituciones de educación superior y centros de investigación dedicados a la generación de la ciencia y la tecnología. Y finalmente, con programas ex profeso para el fomento al pensamiento científico desde la infancia.

Consecuentemente, el primer cambio de gobierno en el año 2000 atrajo nuevas tendencias en política, una mayor inversión del Estado en tecnología y la atención a la sociedad del conocimiento y a organismos internacionales proveedores de financiamiento para el desarrollo social.

Se ha intentado pasar de un estado consumidor de ciencia a un estado que la genere desde las necesidades sociales, para resolver problemas de la población. Los financiamientos no han sido suficientes, pero más allá de eso existe una ausencia de concreción en todas estas políticas, pues el entramado gubernamental desde el centro del país hacia los estados retrasa, entorpece y dificulta sus objetivos iniciales.

Aunque existen políticas vigentes en el uso y la aplicación del pensamiento científico, los esfuerzos han resultado insuficientes; el Estado mexicano ha quedado a deber en la concreción de estas políticas, aunque abona también a la situación el contexto multicultural y social del país.

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS A NIVEL NACIONAL 1989-2018

<p>Acuerdo Nacional para el Mejoramiento: Avanzar a un concepto de educación básica entre los distintos niveles educativos. Se considera fortalecer la investigación científica y tecnológica.</p> <p>(1992) Acuerdo Nacional para la Modernización en la Educación Básica: La investigación científica y el desarrollo tecnológico como instrumentos.</p>	<p>Se busca que México tenga mayor participación en el avance científico</p> <p>Fortalecimiento de la investigación a nivel de educación superior</p>	<p>La ciencia básica es una prioridad para la educación</p> <p>(2005) Inicio de aplicación de pruebas EXCALE: - Ciencias Naturales en educación primaria - Biología en educación secundaria y preparatoria.</p> <p>(2006) El Programa PISA a nivel Internacional: PISA es un ensayo en asuntos de Ciencias Tecnología, Medio Ambiente y Recursos Naturales.</p>	<p>Se impulsa el desarrollo y la utilización de nuevas tecnologías en el sistema educativo.</p> <p>Se implementa el uso de la enciclomedia en 5o y 6o de primaria</p> <p>Se crea el Centro Virtual para la Educación Básica (CIVEB), Aula de Matemática Educativa</p> <p>(2009) Se incluye en planes y programas de la SEP la enseñanza de las ciencias de 1o a 6o de primaria</p> <p>(2011) El acuerdo 592 establece que con la asignatura de Ciencias Naturales los estudiantes construyen actitudes positivas para la ciencia</p>	<p>Se busca incrementar los recursos del Fondo Sectorial SEP CONACYT y ampliar la oferta de posgrados de alta calidad y pertinencia a través del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC)</p>
<p>Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 GOBIERNO DE CARLOS SALINAS DE GORTARI</p>	<p>Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 GOBIERNO DE ERNESTO ZEDILLO</p>	<p>Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 GOBIERNO DE VICENTE FOX</p>	<p>Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 GOBIERNO DE FELIPE CALDERÓN</p>	<p>Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 GOBIERNO DE ENRIQUE PEÑA NIETO</p>

Figura I-1 Línea del tiempo sobre el desarrollo de políticas en ciencia y tecnología.

Fuente: Elaboración propia.

Referencias

- Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica. *Diario Oficial de la Federación* (1992, 19 de mayo). México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado el 22 de enero de 2019 de: <https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/b490561c-5c33-4254-ad1c-aad33765928a/07104.pdf>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Evaluación integral del desempeño de los programas federales de investigación y desarrollo, 2014-2015. Ciudad de México, CONEVAL, 2016.
- Cuevas, A., Hernández, R., Leal, B. E. y Mendoza, C. P. (2016) Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 18(3), 187-200. Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116>
- México. Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, Gobierno de la República [México], 1989. Recuperado el 22 de enero de 2019 de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/compila/pnd/PND_1989-1994_31may89.pdf
- México. Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, Gobierno de la República [México], 1995. Recuperado el 24 de enero de 2019 de: <http://zedillo.presidencia.gob.mx/pages/pnd.pdf>
- México. Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, Gobierno de la República [México], 2001. Recuperado el 28 de enero de 2019 de: <http://planeacion.uaemex.mx/InfBasCon/PlanNacionaldeDesarrollo2000-2006.pdf>
- México. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Gobierno de la República [México], 2007. Recuperado el 30 de enero de 2019 de: <http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/index.php?page=documentos-pdf>
- México. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, Gobierno de la República [México], 2013. Recuperado el 31 de enero de 2019 de: <http://pnd.gob.mx/>
- OCDE (2011). *Pisa: Competencia científica para el mundo del mañana*. Bilbao: ISEI. IVEI.

CAPÍTULO

2

Evaluación del nivel de alfabetización científica entre los alumnos de la Benemérita Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen”. Un estudio antecedente

Ramón Zárate Moedano¹
Rosa Luz Pérez Hernández²

Marcada por los avances en la ciencia y la tecnología, la época actual impone retos en la permanencia misma de nuestra especie sobre la Tierra. La supervivencia y el bienestar dependen del progreso vertiginoso de los resultados de la práctica científica; sin embargo, este proceso ha impedido que la población en general comprenda los hechos y fenómenos que han transformado al mundo. Una tendencia así se refleja por un lado en una cierta *bizantinización* de la práctica científica y, por el otro, en una creciente impopularidad de la ciencia entre la población en general lo cual, de hecho, puede poner en riesgo la continuidad de la empresa científica, con consecuencias desastrosas para el desarrollo de nuestra cultura en su conjunto.

De acuerdo con Mario Bunge (1985):

Hace un siglo, quien ignoraba *La Ilíada* era tildado de ignorante. Hoy lo es, con igual justicia, quien ignora los rudimentos de la física, de la biología, de la economía y de las ciencias formales. Con razón, porque estas disciplinas nos ayudan mejor que Homero a desenvolvernos en la vida moderna; y no sólo son más útiles, sino que también son intelectualmente más ricas.

Entendiendo la importancia que la ciencia tiene en la actualidad, el Gobierno federal de México en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 destacaba estrategias de política pública que buscaron fomentar, desde la educación básica, los conocimientos, las habilidades y las actitudes que estimulan la investigación científica y tecnológica; promover la creación de nuevas opciones educativas, a la vanguardia del conocimiento científico y tecnológico; así como impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales (DOF, 2013). Dicho en otras palabras, el resultado esperado de esta política pública es la alfabetización científica de los individuos, no sólo de los estudiantes de ciencias, sino de todas las personas, quienes en un futuro se enfrentarán como ciudadanos a la toma de decisiones sociotécnicas (Manassero, Vásquez y Acevedo, 2001).

Con esta mirada científico-social es importante reflexionar sobre los retos que emergen en la formación inicial de docentes en las escue-

¹ Maestro en Educación Virtual por la Universidad Veracruzana. Profesor en la licenciatura en Secundaria, modalidad Telesecundaria de la BENV "Enrique C. Rébsamen" e integrante del Cuerpo Académico de Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2). E-mail: ramon.zarate.moedano@gmail.com

² Maestra en Docencia Universitaria por la Universidad de Xalapa. Profesora en la licenciatura en Secundaria, modalidad Telesecundaria de la BENV "Enrique C. Rébsamen", colaboradora del Cuerpo Académico de Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2). E-mail: rochph@gmail.com

las normales del país, quienes son en principio los principales agentes responsables de mejorar el nivel de alfabetización científica de la sociedad en general.

La alfabetización científica en la educación en México

El término *alfabetización* se interpreta generalmente como la habilidad de leer y escribir; sin embargo, también se utiliza para definir la capacidad de un individuo o un grupo para interactuar significativamente en contextos específicos, tal y como se ejemplificaría en los conceptos *alfabetización cultural*, *alfabetización digital*, *alfabetización política* y, por supuesto, *alfabetización científica* (Laugksch, 2000).

Una de las definiciones clásicas de alfabetización científica es la propuesta en 1982 por la Asociación Nacional de Profesores de Ciencias (NSTA, por sus siglas en inglés), la cual considera que una persona científicamente alfabetizada es

...aquella capaz de comprender que la sociedad controla la ciencia y la tecnología a través de la provisión de recursos; que usa conceptos científicos, destrezas procedimentales y valores en la toma de decisiones diaria; que reconoce las limitaciones así como las utilidades de la ciencia y la tecnología en la mejora del bienestar humano; que conoce los principales conceptos, hipótesis, y teorías de la ciencia y es capaz de usarlos; que diferencia entre evidencia científica y opinión personal; que tiene una rica visión del mundo como consecuencia de la educación científica; y que conoce las fuentes fiables de información científica y tecnológica y usa fuentes en el proceso de toma de decisiones (Sabariego & Manzanares, 2006).

En un sentido lato, la alfabetización científica, también llamada *comprensión pública de la ciencia*, implica comúnmente la capacidad de apreciar la naturaleza, los objetivos y las limitaciones de la actividad científica, así como una comprensión general de sus principales teorías (Laugksch, 2000).

Como señalan Gil & Vilches (2006), la pertinencia de la alfabetización científica ha sido cuestionada por diversos autores que la consideran un concepto ambiguo y poco realista; no obstante, un análisis más minucioso del término demuestra que la comprensión pública de la ciencia, más allá de la simple aceptación acrítica de sus resultados,

es fundamental en la construcción de un espíritu crítico capaz de cuestionar dogmas y desafiar autoritarismos y privilegios (Gil & Vilches, 2006). Lo anterior también se ve reflejado en el artículo tercero constitucional, donde se reconoce que el criterio que orientará a la educación pública “se basará en los resultados del progreso científico, luchará contra la ignorancia y sus efectos, las servidumbres, los fanatismos y los prejuicios” (CPEUM, 2015).

Dicho de otra forma, la investigación científica constituye un bien valioso en sí misma, por lo que no se debe olvidar que la ciencia es al mismo tiempo una fuente sustancial de progreso en el más amplio sentido de la palabra. Para corroborarlo, basta mencionar la creciente importancia que la industria biotecnológica ha tenido en el desarrollo económico de varios países. Sin embargo, para que la investigación científica repercuta en el crecimiento del país, es indispensable que la población conozca y entienda los avances científicos. Si, como se ha mencionado, la escuela es el medio más adecuado para que ello suceda, resulta relevante conocer cuáles son los saberes y las actitudes que los futuros docentes tienen hacia la ciencia debido a que, durante su vida laboral, serán los encargados de formar por lo menos a 30 generaciones de mexicanos durante su educación básica.

¿Cómo evaluar la alfabetización científica?

A lo largo de los años se han propuesto distintos instrumentos para evaluar el nivel de alfabetización científica de grupos específicos, entre los que cabría destacar esfuerzos como los de Shwartz, Ben-Zvi & Holfstein (2006); Impey, Buxner, Antonellis, Johnson & King (2011); y Gormally, Brickman & Lutz (2012). Sin embargo, quizás el modelo más significativo utilizado para la evaluación del nivel de alfabetización científica sea el desarrollado por Miller (1998), el cual ha sido implementado con modificaciones mínimas por distintos países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En México dicho instrumento ha sido aplicado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el marco de la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT), durante los años 1997, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2013, 2015 y 2017.

Para la evaluación del nivel de alfabetización científica en la Benemérita Escuela Normal Veracruzana, se eligió implementar el cuestionario de la ENPECYT (INEGI, 2013), debido a la abundante disponibilidad

de datos nacionales e internacionales con los cuales comparar los resultados, permitiendo así una mayor reproducibilidad y pertinencia de la información obtenida.

La alfabetización científica en la Benemérita Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen”

En el tiempo en que se realizó esta investigación, no existían otros estudios relacionados con la valoración del nivel de alfabetización científica en la Educación Normal del Estado de Veracruz, que permitieran destacar o reformular la formación inicial impartida acorde con su misión y visión institucional, así como con las exigencias actuales y futuras de una sociedad que demanda ciudadanos críticos, cuestionadores de dogmas y generadores de conocimiento que transformen y eleven la calidad de vida.

La misión institucional de la BENV contempla que sus egresados asuman “como valores profesionales el humanismo, la ética, el compromiso social, la equidad, el respeto a la diversidad, la sustentabilidad, el aprecio por la ciencia y el uso racional de la tecnología” (PROFEN, 2014). Sin embargo, el currículo académico se encuentra más orientado hacia un enfoque pedagógico que al dominio de contenidos específicos de ciencias. Esto último se debe probablemente al supuesto generalmente aceptado de que los alumnos inscritos en las escuelas normales (EN) poseen un nivel suficiente de conocimientos científicos y de alfabetización científica, por lo que sólo es necesario trabajar sobre la didáctica en su formación inicial como profesores.

Para fines de este trabajo que se llevó a cabo en 2016, se consideraron los planes de estudio existentes en aquel entonces. En el plan de estudios de la licenciatura en Educación Primaria se ubicó el curso *Ciencias Naturales* (SEP, 2013), donde se busca la construcción y concepción de la ciencia. Se considera a la competencia científica como la capacidad de un individuo que tiene conocimiento científico, lo que le permite la movilización de múltiples saberes y actitudes científicas como *saber de y sobre la ciencia*, el *saber hacer ciencia* y el *saber ser en diferentes contextos y escenarios*, es decir, un curso que si bien apunta al diseño de propuestas didácticas, se basa en la construcción de nociones sobre qué es ciencia, y cómo se adquiere, se valida, se enseña y se aprende (SEP, 2013). En el caso de la licenciatura en Educación Preescolar, en el curso *Acercamiento a las ciencias naturales en el preescolar* se identificó el interés por abonar al desarrollo integral del futuro

docente a través de la comprensión de la ciencia como cualquier ciudadano de la sociedad del conocimiento (SEP, 2012).

Pareciera delinear el énfasis de una formación cercana a la ciencia a través de determinadas asignaturas; esta misma perspectiva se encuentra en los programas de estudio de la licenciatura en Educación Secundaria con especialidad en Telesecundaria, mediante los cursos de enseñanza de la Biología, Física y Química, los cuales buscan que los estudiantes normalistas reconozcan en primer lugar “los beneficios de una adecuada formación en ciencias y adquieran una idea clara de las habilidades, las actitudes y los valores que prioritariamente deben fomentarse en el desempeño de su labor docente” (SEP, 2000, p. 34). En el caso de la licenciatura en Educación Especial y Educación Física se ubicó de manera velada un interés en el desarrollo de disposición, capacidades y actitudes propias de la investigación científica desde los rasgos del perfil de egreso.

El trabajo realizado tuvo como propósito evaluar el grado de alfabetización científica de los alumnos de la Benemérita Escuela Normal Veracruzana, mediante el uso de un cuestionario ampliamente utilizado como indicador a nivel internacional. Se consideró un estudio descriptivo al buscar propiedades, especificidades y perfiles de personas, grupos o cualquier fenómeno que se someta a análisis (Hernández, Fernández & Baptista, 2010), como la medición acerca de los conocimientos, interés y actitudes específicamente de estudiantes normalistas hacia la ciencia y la tecnología. Ello permitió describir con precisión las dimensiones de este fenómeno relativamente desconocido en el contexto de la educación normal en Veracruz y paralelamente obtener información que clarificara prioridades para investigaciones futuras (Hernández *et al.*, 2010).

Se catalogó como un estudio de investigación no experimental cuantitativo, ubicado en el diseño de encuestas de opinión (*surveys*). Según la clasificación de Hernández *et al.* (2010), se trata de una investigación no experimental transaccional descriptiva, cuyo objetivo es indagar la incidencia de los niveles de conocimientos, intereses y actitudes hacia la ciencia y la tecnología en una población específica; los datos se recopilaron en un momento único.

Este estudio se llevó a cabo dentro de la Benemérita Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen” ubicada en la ciudad de Xalapa, Veracruz. El cuestionario se aplicó a un total de 600 estudiantes de primero a tercer año de las cinco licenciaturas que se imparten: Educación Preescolar, Educación Primaria, Educación Especial, Educación Secundaria con Especialidad en Telesecundaria y Educación Física. Se omitió a la población de cuarto año, ya que se encontraban próximos a egresar y no podían formar parte de las acciones de mejora que se implementarían como resultado de este análisis. La tabla 2-1 clarifica la población incluida.

Tabla 2-I Características por género, semestre y licenciatura de la población participante.

Licenciatura	Especialidad	Modalidad	I			III			V		
			H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total
Secundaria	Telesecundaria	Escolarizada	21	39	60	24	37	61	26	34	60
Especial	Auditiva y de Lenguaje	Escolarizada	4	25	29	1	28	29	5	23	28
Física	---	Escolarizada	69	21	90	58	21	79	57	28	85
Preescolar 2012	---	Escolarizada	0	75	75	1	59	60	1	59	119
Primaria 2012	---	Escolarizada	19	55	74	20	49	69	23	40	63
										Total	922

Fuente: SIBEN-BENV 14, diciembre de 2015.

El instrumento utilizado fue un cuestionario que consta de 111 preguntas, divididas en dos incisos, de los que se desprenden 14 apartados que fueron seleccionados de la ENPECYT (INEGI, 2013).

Tabla 2-2 Incisos y apartados que conforman el instrumento de la ENPECYT.

D - Cultura científica	E - Percepción del papel social de la ciencia y la tecnología, la investigación básica, los científicos y el gobierno
18- Comprensión de conceptos	23- El papel de la ciencia y la tecnología
19- Cultura científica: Diversas afirmaciones	24- El papel de la ciencia básica como fuente de conocimiento nuevo y el desarrollo tecnológico
20- Cultura científica: Patrón genético	25- Ciencia y ética
21- Cultura científica: Prueba de medicamentos	26 - Ciencia, sociedad y gobierno
22- Energía limpia	27- El papel de la sociedad
	28- Los jóvenes y la ciencia
	29- Percepción social de la ciencia y la tecnología
	30- Gastos del gobierno
	31- Áreas de competencia

Fuente: INEGI, 2013. Elaboración propia.

El instrumento se proporcionó en papel a cada alumno para ser respondido sin límite de tiempo. Después de procesar y sistematizar las respuestas, éstas se compararon con los datos de la ENPECYT realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013a).

Resultados

En este apartado se abordan los resultados que los autores consideran más relevantes, debido a que permiten una imagen más clara sobre el nivel de alfabetización científica que existe entre los estudiantes de la BENV.

En la tabla 2-3 se muestra la comparación entre las respuestas de los estudiantes de la BENV y las reportadas por la ENPECYT 2013, para el mismo intervalo de edad del apartado *Cultura científica: Diversas afirmaciones*.

Tabla 2-3 Comparación entre las respuestas de los alumnos de la BENV y las reportadas a partir de la ENPECYT 2013 para el mismo rango de edad.

Preguntas	BENV “Enrique C. Rébsamen”			ENPECYT 2013 (18-29 años de edad)		
	Verdadero	Falso	No sabe	Verdadero	Falso	No sabe
3. Todo el oxígeno que respiramos proviene de las plantas.	63.8%	31%	4.2%	74.12%	25.10%	0.77%
4. El gen del padre es el que decide si el bebé es niño o niña.	86.2%	10.2%	3.3%	65.35%	31%	3.64%
6. Los electrones son más pequeños que los átomos.	64.5%	23.5%	11.3%	51.52%	31.73%	16.75%
8. El Universo inició con una gran explosión.	80.2%	9.0%	9.5%	71.91%	20.40%	7.68%
9. Los continentes sobre los que vivimos han cambiado de posición al paso del tiempo y lo seguirán haciendo en el futuro.	92.2%	3.5%	4.0%	85.81%	11%	3.19%
10. Los seres humanos de hoy se desarrollaron a partir de la evolución de otras especies animales.	64.3%	24%	10.3%	69.81%	26.10%	4.09%
12. Los primeros humanos vivieron en la misma época que los dinosaurios.	15.8%	71.0%	12.3%	31.71%	63.02%	5.27%
17. La Tierra da la vuelta al Sol en un mes.	5.7%	83.2%	10.0%	15.60%	73.97%	10.42%

Fuente: INEGI, 2013a. Elaboración propia.

Vale la pena destacar que, en términos generales, los datos presentados soportan la interpretación de que el nivel de alfabetización científica entre los alumnos de la BENV es ligeramente superior al reportado para los miembros de su mismo grupo de edades en el país. (Vea, por ejemplo, la respuesta a las preguntas 8, 9 y 12). Sin embargo, dicha diferencia se explicaría por la heterogeneidad en cuanto a nivel de estudios entre los encuestados por el ENPECYT, a diferencia de los alumnos de la BENV quienes, por definición, cursan educación superior.

En la tabla 2-4 se compara el porcentaje de respuestas correctas obtenidas en este estudio, en contraste con otros similares realizados en diversos países de algunas preguntas del apartado *Cultura científica: Diversas afirmaciones*.

Es interesante notar que, exceptuando la pregunta relacionada con el funcionamiento del rayo láser y la que se refiere a la efectividad de los antibióticos sobre virus y bacterias, los alumnos de la BENV han tenido un mejor desempeño que el ciudadano promedio de todos los países estudiados. En algunos casos, como ocurre en las preguntas relacionadas con el Big Bang y la teoría de la evolución, la efectividad de los normalistas fue muy superior a la del ciudadano promedio de países desarrollados como Estados Unidos, lo cual podría deberse en parte a la arraigada tradición religiosa de este último. Una posible explicación con respecto a la aparente superioridad en materia de alfabetización científica por parte de los alumnos de la BENV —en comparación con el ciudadano medio de los países estudiados— es la evidente heterogeneidad en cuanto a edad, contexto socioeconómico y grado de escolaridad entre los sujetos de los otros estudios. En ese sentido, convendría contrastar los datos con resultados específicos de estudiantes de nivel universitario.

Otros datos interesantes

Tratando de poner en perspectiva los datos presentados en las tablas anteriores, es importante reflexionar los resultados de algunas preguntas específicas del instrumento aplicado en relación con los planes y programas de educación básica.

Del apartado *Cultura científica: Diversas afirmaciones*, por ejemplo, el reactivo 6, “Los electrones son más pequeños que los átomos”, se relaciona con el tema de segundo grado del nivel de secundaria del programa de Ciencias 2011 (SEP, 2011c), como se observa en la tabla 2-5.

Tabla 2-4 Comparación entre el porcentaje de respuestas correctas en diversos estudios.

	BENV 2016	E.U. 2012	China 2010	India 2004	Japón 2011	Malasia 2008	Rusia 2003	Corea del Sur 2004
El centro de la Tierra es muy caliente.	93.3%	84%	56%	57%	84%	66%	N.A.	87%
Los continentes sobre los que vivimos han cambiado de posición al paso del tiempo y seguirán haciéndolo en el futuro	92.2%	83%	50%	32%	88%	44%	40%	87%
Toda la radiactividad está hecha por el hombre.	69%	72%	48%	N.A.	69%	14%	35%	48%
Los electrones son más pequeños que los átomos.	64.5%	53%	27%	30%	32%	33%	44%	46%
El rayo láser trabaja por el enfoque de ondas sonoras.	29.5%	47%	23%	N.A.	32%	16%	24%	31%
El Universo inició con una gran explosión.	80.2%	39%	N.A.	34%	N.A.	N.A.	35%	67%
El gen del padre es el que decide si el bebé es niño o niña.	86.2%	63%	58%	38%	29%	40%	22%	59%
Los antibióticos sirven para tratar enfermedades causadas tanto por virus como por bacterias.	26.2%	51%	28%	39%	33%	8%	18%	30%
Los seres humanos de hoy se desarrollaron a partir de la evolución de otras especies animales.	64.3%	48%	66%	56%	76%	N.A.	44%	64%

Fuente: NSB, 2014, p. 23. Elaboración propia.

Tabla 2-5 Aprendizaje esperado para el tema
“Explicación de los fenómenos eléctricos: el modelo atómico”.
Bloque 4: Manifestaciones de la estructura interna de la materia.

Bloque 4	Tema y contenidos	Aprendizaje esperado
Manifestaciones de la estructura interna de la materia	Explicación de los fenómenos eléctricos: el modelo atómico <ul style="list-style-type: none"> • Proceso histórico del desarrollo del modelo atómico • Características básicas del modelo atómico • Efectos de atracción y repulsión electrostáticas • Corriente y resistencia eléctrica 	Describe la constitución básica del átomo y las características de sus componentes, con el fin de explicar algunos efectos de las interacciones electrostáticas en actividades experimentales y/o en situaciones cotidianas.

Fuente: SEP, 2011 c, p. 57. Elaboración propia.

A partir de tal relación se reflexiona que si un alumno normalista, futuro docente, no sabe cuáles son las características básicas del modelo atómico, ¿cómo puede orientar el aprendizaje de sus alumnos?, ¿cómo se logrará la extrapolación de este conocimiento con el que se explicaría el fenómeno de corrosión por oxidación en los metales? (sucede al haber un cambio en la composición química debido a la pérdida de electrones).

Con base en el programa de Ciencias 2011 (SEP, 2011c), el reactivo 8, “El Universo inició con una Gran Explosión”, también se refiere a un aprendizaje esperado en el nivel secundaria (tabla 2-6).

Tabla 2-6 Aprendizaje esperado para el tema “El Universo”.
Bloque 5: Conocimiento, sociedad y tecnología.

Bloque 5	Tema y contenidos	Aprendizaje esperado
Conocimiento, sociedad y tecnología	El Universo <ul style="list-style-type: none"> • Teoría de “La Gran Explosión”; evidencias que la sustentan, alcances y limitaciones • Características de los cuerpos cósmicos: dimensiones, tipos • Astronomía y sus procedimientos de investigación • Interacción de la tecnología y la ciencia en el conocimiento del Universo 	Identifica algunas de las ideas acerca del origen y evolución del Universo, y reconoce sus alcances y limitaciones.

Fuente: SEP, 2011 c, p. 58. Elaboración propia.

A partir de las respuestas de los participantes en este estudio antecedente, ¿qué estarán pensando 9% de los alumnos que contestaron que es falso que el Universo inició con una gran explosión?, ¿estarán haciendo referencia a su conocimiento religioso con respecto al tema?, ¿qué sucede con el otro 9% de alumnos cuya respuesta fue “no sé”?, ¿habrán escuchado hablar de la teoría del Big Bang?, ¿cómo piensan que inició el Universo?, ¿cómo podemos promover, desde las escuelas normales, el desarrollo de talento científico que participe, por ejemplo, con el laboratorio CERN de la Organización Europea para la Investigación Nuclear —nombre oficial—, comúnmente conocida por las siglas CERN, que es el mayor laboratorio de investigación en física de partículas del mundo, donde se están obteniendo resultados de investigaciones que tratan de analizar qué sucede cuando ocurre una gran explosión de partículas buscando dar respuestas a la teoría del Big Bang?

Otro ejemplo, el reactivo número 4, “El gen del padre es el que decide si el bebé es niño o niña”, se relaciona con un tema ubicado en el programa de estudios de Ciencias Naturales para sexto grado de educación primaria (SEP, 2011a), como se aprecia en la tabla 2-7.

Tabla 2-7 Aprendizaje esperado para el tema

“¿A quién me parezco y cómo contribuyo a mi salud sexual?”

Bloque I: ¿Cómo mantener la salud? Desarrollo un estilo de vida saludable.

Bloque 1	Tema y contenidos	Aprendizaje esperado
¿Cómo mantener la salud? Desarrollo un estilo de vida saludable.	¿A quién me parezco y cómo contribuyo a mi salud sexual? <ul style="list-style-type: none"> • Evidencias de la transmisión de características heredadas de padres y madres a hijas e hijos: complexión, color y forma de ojos, tipo de cabello, tono de piel • Función del óvulo y del espermatozoide en la transmisión de características y la determinación del sexo 	Describe cómo los progenitores heredan características a sus descendientes en el proceso de la reproducción.

Fuente: SEP, 2011a, p. 106. Elaboración propia.

En el programa de Ciencias Naturales de educación primaria en sexto grado, se habla sobre la determinación del sexo, donde se aborda que las mujeres cuentan con cromosomas sexuales del mismo tipo XX y los hombres cuentan con cromosomas diferentes del tipo XY y

que, al momento de ser fecundado un óvulo por un espermatozoide, se transmiten ya sea cromosomas XX o XY. ¿Cuál es la razón por la que hay 10% de alumnos que considera que esto es falso? Más importante aún, ¿por qué hay 3% de los encuestados cuya respuesta fue “no sé”, teniendo en cuenta que estos son aprendizajes que deberían consolidarse desde la educación primaria?, ¿cómo se aborda en pre-escolar, primaria y secundaria la reproducción cuando los conocimientos del profesor son limitados?

En cuanto al reactivo número 10, donde se cuestiona si es verdad que los seres humanos de hoy se desarrollaron a partir de la evolución de otras especies animales, las respuestas deberían tener fundamento en lo estudiado durante su educación secundaria (tabla 2-8).

Tabla 2-8 Aprendizaje esperado para el eje temático: “Importancia de las aportaciones de Darwin”.
Bloque I: La Biodiversidad: resultado de la evolución.

Bloque 1	Eje temático y contenidos	Aprendizaje esperado
La biodiversidad: resultado de la evolución.	Eje temático: Importancia de las aportaciones de Darwin. <ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de algunas evidencias, a partir de las cuales Darwin explicó la evolución de la vida • Relación entre la adaptación y la sobrevivencia diferencial de los seres vivos 	Identifica el registro fósil y la observación de la diversidad de características morfológicas de las poblaciones de los seres vivos como evidencias de la evolución de la vida.

Fuente: SEP, 2011c, p. 42. Elaboración propia.

En el plan y los programas de estudio de Ciencias de secundaria 2011, se señala que “en cuanto al tema de evolución, el docente se enfrenta de forma directa con sus propias creencias religiosas y con las de los estudiantes” (SEP, 2011c, p.113), sosteniendo que un gran número de estudiantes no aceptan la teoría de la evolución, porque no es congruente con la visión del mundo que han construido. Con esa base, podría considerarse que las respuestas de los normalistas están influidas por la religión que practican o con la cual han sido educados en su casa. Comprobando lo anterior, se observa que el 35% de los encuestados manifiestan una respuesta negativa o de desconocimiento sobre el tema de la evolución.

El reactivo número 17, “La Tierra da la vuelta al Sol en un mes”, tiene cabida en el programa de estudios de Geografía para sexto grado de educación primaria (SEP, 2011b), como se observa en la tabla 2-9.

Tabla 2-9 Aprendizaje esperado para el eje temático:
“Componentes naturales”.

Bloque 2: La Tierra y su naturaleza.

Bloque 2	Eje temático y contenidos	Aprendizaje esperado
La Tierra y su naturaleza	Eje temático: Componentes naturales <ul style="list-style-type: none"> • Inclinación del eje terrestre • Movimientos de rotación y de traslación • Consecuencias de la inclinación del eje terrestre y de los movimientos de la Tierra 	Reconoce consecuencias de los movimientos de rotación y de traslación de la Tierra.

Fuente: SEP, 2011 b, p. 138. Elaboración propia.

Ante la afirmación “La Tierra da la vuelta al Sol en un mes”, 5.7% de alumnos respondió que era verdadero, 10% dijo que no sabía y más de 83% eligió la respuesta correcta (*falso*). Es probable que los alumnos que contestaron *verdadero* simplemente entendieron erróneamente la pregunta al hacer una lectura rápida, sin poner atención a la parte final de la afirmación, pero ¿qué podemos decir de quienes respondieron *no sé?*, ¿para un adulto que tiene estudios universitarios, cómo es posible no saber si la Tierra da la vuelta al Sol en un mes?, ¿cómo se explican las estaciones del año?, ¿cómo se interpreta la interacción de la Tierra con el Sol y la Luna, cuando ocurren eclipses y la repetición de los mismos de forma periódica?, ¿cómo será la experiencia de aprendizaje de los niños que están estudiando sexto grado de primaria en el curso de Geografía?

Siguiendo con el análisis de los datos, se muestran las comparaciones que guardan las respuestas a diferentes preguntas que resultan a veces en grandes contradicciones o en resultados inesperados. En la figura 2-1 se muestran las respuestas obtenidas en dos ítems del apartado *Percepción social de la ciencia y la tecnología*.

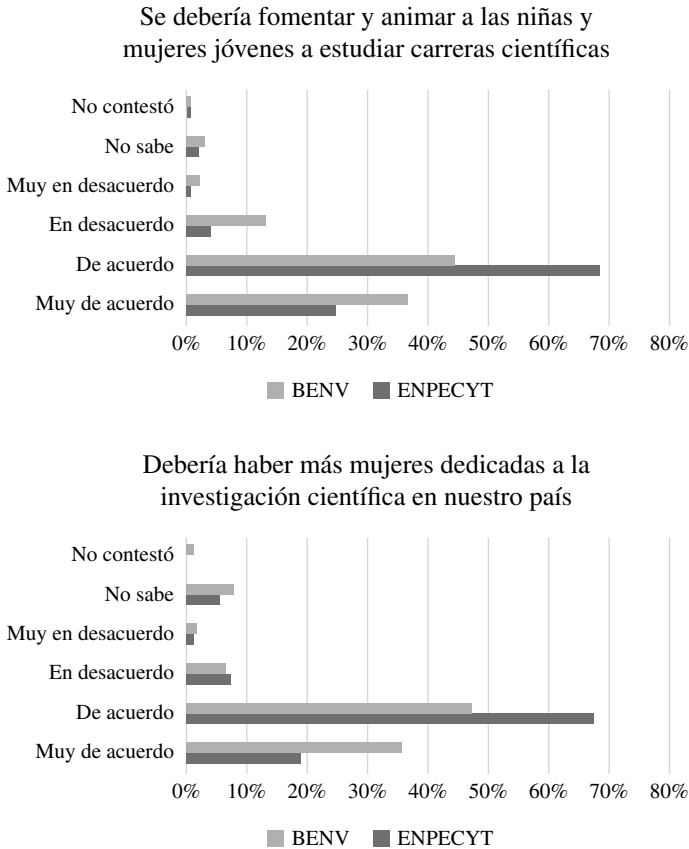


Figura 2-1 Percepción social sobre las mujeres y su involucramiento en las Ciencias en México.

Al comparar las respuestas de los estudiantes en relación con las mujeres y su involucramiento en las Ciencias, en México se observa coherencia en que el mayor porcentaje está de acuerdo en que se debería fomentar y animar a las niñas y mujeres jóvenes a estudiar carreras científicas y, por lo tanto, tendría que haber más mexicanas dedicadas a la investigación. Sin embargo, las respuestas en desacuerdo con la pregunta sobre si las niñas y mujeres deberían estudiar carreras científicas suman 15% en la BENV a diferencia de la ENPECYT, que apenas alcanza 5%. ¿Cómo podrían trabajar las mujeres en investigación científica si no estudian carreras afines?

En los apartados *El papel de la Ciencia y la tecnología* y *Los jóvenes y la Ciencia* (figura 2-2), se analizaron las respuestas de los normalistas en cuanto al impacto de los avances tecnológicos.

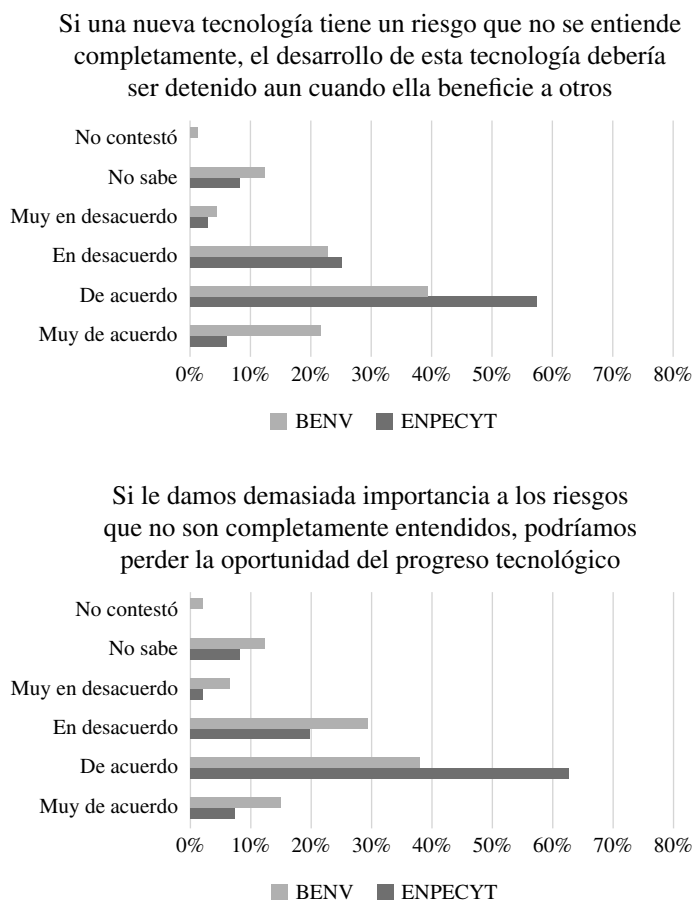


Figura 2-2 Percepción sobre el papel social de la Ciencia, en cuanto a riesgos y oportunidades.

En estas preguntas se cuestiona sobre los riesgos de la tecnología; 60% de los normalistas considera que el desarrollo de la tecnología debería detenerse, si el riesgo que conlleva no se entiende completamente, aun si otras personas se benefician, sabiendo (52%) que ello significa que al dar demasiada importancia a este tipo de riesgos, se podría perder la oportunidad del progreso tecnológico. Entonces, ¿se deben minimizar los riesgos incomprensidos en búsqueda del progreso tecnológico?, ¿o es preferible primero tener claro lo que implica, aunque ello signifique que el desarrollo se detenga? Por otro lado, en ambos cuestionamientos cerca de 12% de los encuestados no toma postura el responder que “no sabe”. ¿En realidad no tienen una opinión al respecto?

Porque en este caso no se trata de preguntas sobre conocimientos teóricos, sino sobre su perspectiva en relación con los riesgos y el avance de la tecnología.

En la figura 2-3 puede observarse que 95% de los encuestados afirma (muy de acuerdo y de acuerdo) que el progreso científico y tecnológico ayudará a encontrar la cura para enfermedades como el sida y el cáncer, aunque sólo 65% considera que la ciencia y la tecnología hacen nuestras vidas más fáciles, confortables y con mayores niveles de salud.

Se identifica en la figura 2-3 una diferencia de 30% entre los estudiantes que afirman estar de acuerdo con que el progreso científico y tecnológico ayudará a encontrar la cura para las enfermedades señaladas, y quienes opinan que la ciencia y la tecnología traerán mayores niveles de salud.

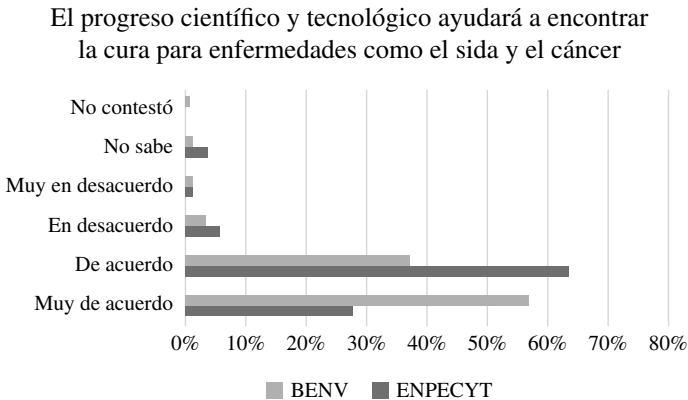
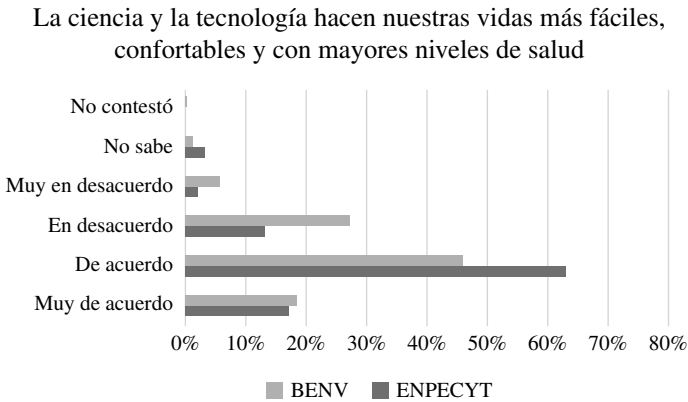


Figura 2-3 Percepción sobre el papel social de la ciencia en el ámbito de la salud.

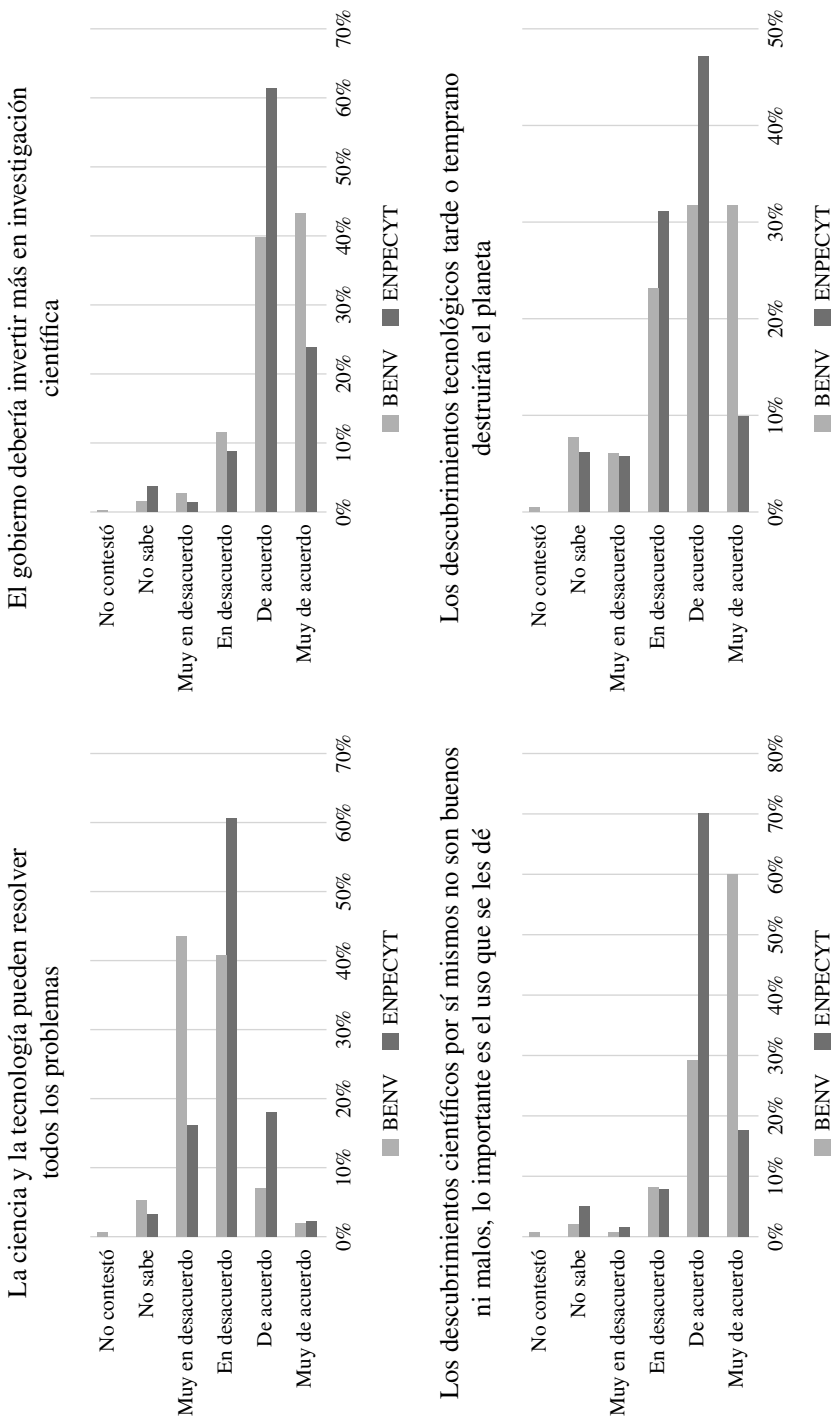


Figura 2-4 Percepción sobre el papel social de la ciencia, la tecnología, la investigación y el gobierno.

¿Cuál será la razón de fondo que explica el diferencial de 30%? ¿Los jóvenes responden las encuestas sin prestar atención a las preguntas? ¿Podría ser reflejo de su falta de capacidad para distinguir fuentes de información de manera crítica?

Con respecto a los descubrimientos tecnológicos y su capacidad para resolver todos los problemas, se realiza un análisis a partir de dos ítems (figura 2-4).

En la figura 2-4 se observa que 62% de alumnos señala estar de acuerdo y muy de acuerdo en que los descubrimientos tecnológicos tarde o temprano destruirán el planeta, lo cual concuerda con la opinión obtenida de la ENPECYT, donde el porcentaje de aprobación es similar. También 85% de los estudiantes opina que la ciencia y la tecnología no pueden resolver todos los problemas.

Sin embargo, 89% del estudiantado de la BENV está de acuerdo y muy de acuerdo con que los descubrimientos científicos por sí mismos no son buenos ni malos, ya que lo importante es el uso que se les dé; entonces, ¿por qué habrían de destruir el planeta?

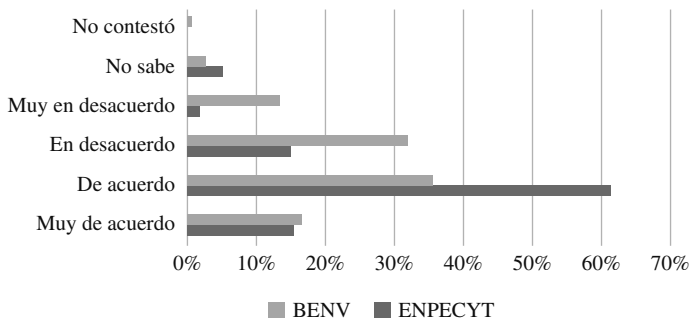
Ahora, si los descubrimientos tecnológicos destruirán al planeta y no pueden encontrar la solución a todos los problemas, ¿por qué cerca de 85% de los estudiantes sostiene que el gobierno debería invertir más en investigación científica? Entonces, ¿a qué áreas o temáticas debería destinarse esa mayor inversión?

En cuanto a la ciencia y la tecnología y su relación con el medio ambiente, el estudiantado normalista opina lo que se muestra en la figura 2-5.

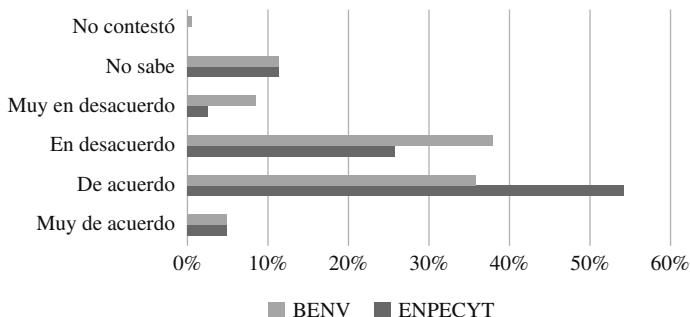
En la figura 2-5 se identifica que 51% de los participantes considera estar de acuerdo y muy de acuerdo en que la ciencia y la tecnología juegan un papel muy importante en la protección y restauración del medio ambiente, lo cual se vincula con que aproximadamente 42% opina que los nuevos inventos sirven para contrarrestar las consecuencias dañinas del desarrollo tecnológico. Sin embargo, al comparar esta opinión con la afirmación de que gracias a los avances científicos y tecnológicos, los recursos naturales de la Tierra serán inagotables, sólo 13% concuerda al respecto. Por lo tanto, se infiere que aunque la ciencia y la tecnología son importantes para la protección y restauración del medio ambiente, esto no significa que los recursos naturales serán inagotables.

La encuesta también incluye un apartado donde se cuestiona sobre el papel ético del científico (figura 2-6).

La ciencia y la tecnología juegan un papel muy importante en la protección y restauración del medio ambiente



Los nuevos inventos sirven para contrarrestar las consecuencias dañinas del desarrollo tecnológico



Gracias a los avances científicos y tecnológicos, los recursos naturales de la Tierra serán inagotables

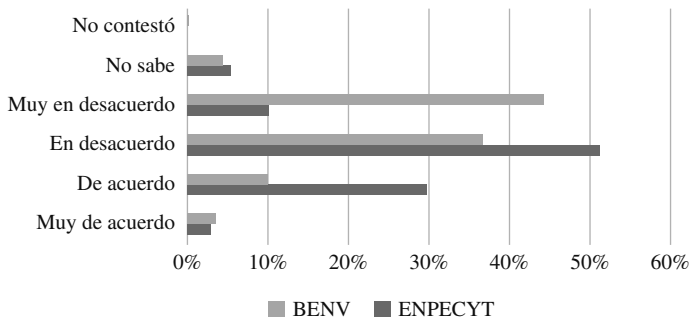
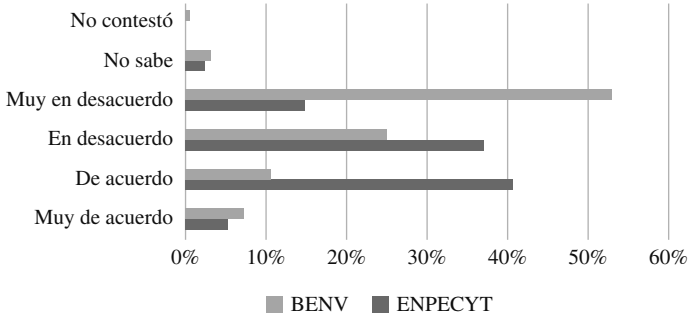
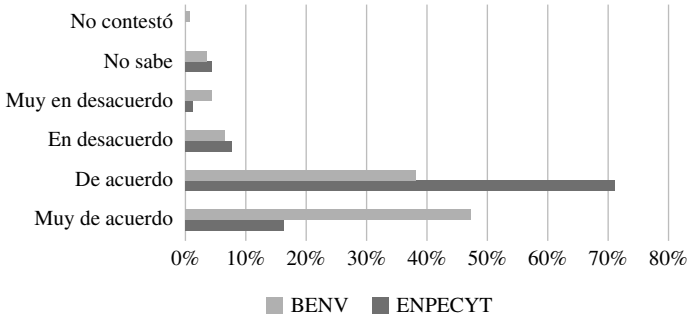


Figura 2-5 Percepción sobre el papel social de la ciencia, la tecnología y el cuidado del medio ambiente.

Debe permitirse a los científicos la investigación que causa daño y dolor a los animales, como perros y chimpancés, siempre que produzca beneficios a la salud de los seres humanos



Las autoridades deberían obligar a los científicos a observar reglas de ética



Los científicos deben ser libres de llevar a cabo sus investigaciones a su antojo, siempre y cuando las hagan bajo reglas éticas

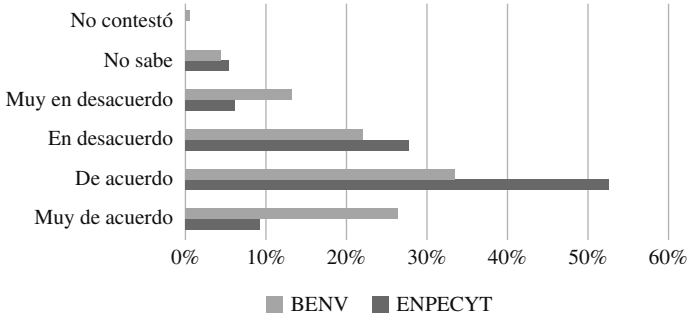


Figura 2-6 Percepción sobre el papel social de la ciencia y ética.

La conciencia social de los estudiantes normalistas se ve reflejada en la figura 2-6, con respecto a permitir a los científicos la investigación que causa daño y dolor a los animales, siempre que produzca beneficios a la salud de los seres humanos. 78% de las respuestas se ubican en desacuerdo y muy en desacuerdo en aprobar este tipo de investigación, a diferencia de los datos obtenidos en la ENPECYT, donde aproximadamente 40% está de acuerdo y cerca del mismo porcentaje está en desacuerdo. Al cuestionar si las autoridades deberían obligar a los científicos a observar reglas de ética, lo cual tiene relación con la pregunta anterior, existe concordancia en la posición del estudiantado, ya que 86% está de acuerdo y muy de acuerdo con esta postura.

Aun así, aunque 60% opina que los científicos deben ser libres de llevar a cabo sus investigaciones, siempre y cuando las hagan siguiendo reglas éticas, existe otro 35% que no concuerda con ello. ¿Considera que no son suficientes las reglas éticas y harían falta otros lineamientos o límites? ¿Quién decide tales directrices?

Aun cuando, de manera general, el desempeño demostrado por los alumnos de la BENV es satisfactorio, se puede afirmar que el grado de alfabetización científica de los normalistas dista mucho de ser el ideal, teniendo en cuenta que durante su vida laboral tendrán que guiar al menos a 30 generaciones de estudiantes de educación básica para aprender ciencias.

Lo expuesto anteriormente es tan sólo una muestra de los hallazgos encontrados a raíz de haber realizado el presente estudio. Esos resultados han servido como detonador para distintas acciones con miras al impulso de la alfabetización científica a través de la Benemérita Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen”, destacando el proyecto “Evaluación de los conocimientos pedagógicos, disciplinares y tecnológicos en la enseñanza de la ciencia, un estudio en la formación inicial docente en el Estado de Veracruz”, diseñado por el Cuerpo Académico Políticas Públicas CABENV-2.

Referencias

- Bunge, M. (1985). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Ediciones Siglo Veinte.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* (2015). Instituto de Investigaciones Jurídicas. Recuperado el 26 de febrero de 2015 de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm>.
- DOF. (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. México.

- Gil Pérez, D. & Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: Mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación* 42. pp. 31-53.
- Gormally, C., Brickman, P. & Lutz, M. (2012). Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): Measuring Undergraduates' Evaluation of Scientific Information and Arguments. *Life Sciences Education* 11. pp. 364-377.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a. ed.). México: Graw Hill.
- Impey, C., Buxner, S., Antonellis, J., Johnson E. & King, C. (2011). A Twenty-Year Survey of Science Literacy Among College Undergraduates. *Journal of College Science Teaching* 40(4). pp. 31-37.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía-INEGI (2013). Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT) 2013. ENPECYT. Cuestionario. México. Recuperado de: http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/enchogares/especiales/enpecyt/2013/doc/enpecyt2013_cuest.pdf
- (2013a). Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México 2011. ENPECYT. México.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education* 84(1): 71-94.
- Manasseso, M. A., Vásquez, J. A. & Acevedo, J. A. (2001). *La evaluación de las Actitudes CTS*. En Organización de Estados Iberoamericanos. Recuperado el 29 de enero de 2016 de: http://www.oei.es/salactsi/acevedo11.htm?utm_content=buffer3216b&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer
- Miller, J. (1998). The Measurement of Civic Scientific Literacy. *Public Understand. Sci.* 7. pp. 203-223.
- National Science Board —NSB (2014). Chapter 7 Science and Technology: Public Attitudes and Understanding. *Science and Engineering Indicators 2014*. Arlington, VA: National Science Foundation. Recuperado de: <http://www.nsf.gov/statistics/seind14/index.cfm/chapter-7/tt07-08.htm>.
- Programa de Fortalecimiento de la Educación Normal 2014-2015. PROFEN (2014). Benemérita Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen”. México. Recuperado el 20 de enero de 2016 de: <http://www.benv.edu.mx/normal/profen2014>
- Sabariego del Castillo, J. M. & Manzanares Gavilán, M. (2006). *Alfabetización Científica. Memoria del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS* +1.

- SEP (2000). Campo de formación específica. Especialidad: Química. Programa para la Transformación y el Fortalecimiento Académicos en las Escuelas Normales. México.
- (2011a). Ciencias Naturales en Programas de Estudio 2011. Educación básica. Primaria. Sexto grado. México.
- (2011b). Geografía en programas de estudio 2011. Educación básica. Primaria. Sexto grado. México.
- (2011c). Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación básica. Secundaria. Ciencias. México.
- (2012). Acercamiento a las ciencias naturales en preescolar. Tercer semestre. Licenciatura en Educación Preescolar-Plan de estudios 2012. México.
- (2013). Ciencias Naturales. Tercer semestre. Licenciatura en Educación Primaria. Plan de Estudios 2012. México.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R. & Hofstein, A. (2006). The Use of Scientific Literacy Taxonomy for Assessing. The Development of Chemical Literacy among High School Students. *Chemistry Education Research and Practice* 7(4). pp. 203-225. SIBEN (2015). Sistema de Información Básica de la Educación Básica. Recuperado de: <http://www.siben.sep.gob.mx/pages/estadisticas>

CAPÍTULO

3

**Bases teóricas y
estado actual de
la enseñanza de la
ciencia en la formación
inicial docente**

Brenda Luz Colorado Aguilar¹

Formamos parte de un mundo en constante transición, innovación y desarrollo tecnológico y científico, donde la forma de enseñar y aprender ciencia refiere comprender la forma de abordarla desde su evolución, significado y contribución para el ser humano. Es así que el desarrollo de la ciencia tiene sus antecedentes desde el periodo clásico de los grandes pensadores y su evolución se debe al constante avance de la sociedad acerca del conocimiento del mundo. Considerada la cuna del pensamiento científico, en la Grecia clásica se reconocía al hombre como parte integral de la naturaleza, dado que no se hacía diferencia entre el estudio de las problemáticas humanas y la ciencia de la naturaleza, todo se regía por las mismas leyes (Gutierrez, Gómez & Martín-Díaz, 2002).

En esta línea histórica, el Renacimiento marcó el fin de la Edad Media y constituyó la época de la revolución científica gracias al redescubrimiento de conocimientos sólidos que marcaron la pauta para la ciencia moderna (EcuRed, 2018), que hoy en día se enfoca en conocer las leyes de la naturaleza para beneficio del hombre y en pro de mejorar su vida.

Dentro del contexto educativo, la UNESCO (2006) propone abordar la ciencia desde la siguiente premisa:

...asegurar desde edades más tempranas una educación científica adecuada. Ello nos hace insistir en la necesidad de proponer tareas que involucren a los niños en su aprendizaje, a partir de la presentación de situaciones problemáticas, con temas de su interés, que sean próximos a sus realidades y que posean relevancia social (p. 4).

En ese sentido, enseñar ciencia se concibe como un proceso para “conectar con la actividad cognitiva de cada estudiante, con su desarrollo personal, y con los contenidos y la epistemología propia de la ciencia que enseñamos (Rodríguez, Izquierdo & López, 2011). Por lo anterior, de acuerdo con Blancas (2017), se busca favorecer en los estudiantes la observación del mundo natural para que, con base en evidencias, puedan cuestionarse de manera significativa los fenómenos, e identificar problemáticas, plantear posibles soluciones y planear acciones para abordarlas.

¹ Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos por la Universidad Veracruzana. Profesora en la licenciatura en Educación Preescolar de la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del Cuerpo Académico Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2).
E-mail: brendaluzcolorado@gmail.com

Golombek (2008) señala que la enseñanza de la ciencia en las instituciones educativas no tiene como objetivo principal que las nuevas generaciones se inclinen por elegir carreras afines a disciplinas científicas, sino que la ciencia contribuya a la formación de ciudadanos que reflexionen y sean críticos en la toma de decisiones, favoreciendo su capacidad de analizar las diferentes alternativas para dar solución a las problemáticas que se les presentan en lo cotidiano.

El significado de enseñar ciencia se aborda a partir de diferentes factores, destacando su contribución en el desarrollo de habilidades que:

...permita a los alumnos participar en la aventura científica de enfrentarse a problemas relevantes y (re)construir los conocimientos científicos, que habitualmente la enseñanza transmite ya elaborados, lo que favorece el aprendizaje más eficiente y significativo (Sabariego y Manzanares, 2006, párr. 1).

En este contexto se resalta que para conocer la naturaleza de la ciencia, el INEE (2017) hace referencia a la alfabetización científica, que define como un proceso en el que los ciudadanos obtienen los conocimientos, habilidades, actitudes, aptitudes y valores, que les son de utilidad para comprender e interactuar con el mundo, y a través de ellos socialicen y tomen decisiones de forma ética acerca de diferentes temas tanto científicos como tecnológicos, con la finalidad de mejorar su calidad de vida.

Formación inicial docente

En la educación a niveles tanto básico como superior, se han generado diferentes teorías psicológicas y del aprendizaje, que atienden a las necesidades y a los estilos de las nuevas generaciones de alumnos, lo que implica cambios en los programas curriculares pero, también, en la formación de los docentes (Aguilera, Castillo & García, 2007).

En las últimas décadas, se han analizado los currículos de los diferentes niveles de educación básica mediante diversas evaluaciones que han permitido conocer el nivel de conocimientos que tienen los alumnos en México, tomando en cuenta los contenidos de las diferentes asignaturas que se les ofrecen. Asimismo, uno de los elementos que se ha tomado en cuenta al evaluar es la práctica del docente y los conocimientos que éste posee para intervenir en el aula.

La situación anterior también ha impactado en la formación inicial, ya que es necesario establecer las capacidades que debe tener un profesor para cumplir con los nuevos retos de la enseñanza (Ungerfeld & Morón, 2016). Entonces, es importante definir la formación docente, la cual se puede reconocer como “un proceso que involucra a la persona en su totalidad, supone indagar concepciones, representaciones, imágenes, así como recuperar los recorridos personales, historias escolares y modos de aprender, construidos en interacción con los contextos sociales” (Fernández & Ramírez, 2005).

Por consiguiente, la práctica docente se ve influida por diferentes referentes individuales del profesorado, como factores personales, académicos y sociales que impactan en la forma de estructurar la enseñanza, significándola como un resultado de la historia de vida y perspectivas del profesorado (Peña & Viña, 2001).

Actualmente, las principales instituciones encargadas de la formación de los futuros docentes de educación básica son las escuelas normales, las cuales en México se han enmarcado con múltiples transformaciones políticas, económicas e históricas, que han consolidado la práctica educativa de los docentes (Navarrete, 2015). A partir de los planes de estudio que diseña la Secretaría de Educación Pública (SEP) para este nivel superior, se favorecen experiencias teóricas y prácticas para el desarrollo de las competencias profesionales.

De acuerdo con el nuevo modelo educativo, los docentes deben estar preparados con bases disciplinares, de pedagogía y de didáctica para que diseñen ambientes de aprendizaje, de manera que “los maestros deben desarrollar el dominio sobre los contenidos de los aprendizajes clave, así como de las estrategias para transmitirlos” (SEP, 2017, p. 142). Sin embargo, esto no será posible a menos que se fortalezcan los programas de estudio de las licenciaturas de formación docente, realizando las modificaciones pertinentes para formar al docente (SEP, 2017).

Los planes y programas de estudio que están vigentes toman en cuenta las necesidades y los retos a los que se enfrenta la sociedad del siglo XXI, para preparar a los ciudadanos con conocimientos que trasciendan y les permitan interactuar en un mundo inmerso en los cambios. En 2017 se lanzó la primera edición del nuevo modelo educativo, el cual reemplaza los programas de educación básica, así como los planes de estudio de las escuelas normales (2012), con el propósito de que exista una articulación en el sistema educativo para el cumplimiento de los objetivos de una educación de calidad.

A partir del ciclo escolar 2018-2019 entró en vigor esta transformación de la enseñanza en todos los niveles educativos y, al igual que el currículo anterior, tiene como objetivo la formación de docentes a partir de competencias, lo cual se refiere “a la capacidad de identificar, seleccionar, coordinar y movilizar, de manera articulada e interrelacionada, un conjunto de saberes diversos en el marco de una situación educativa, en un contexto específico” (SEP, 2017, p. 35). Estas competencias conjuntan los conocimientos, habilidades, actitudes y valores para intervenir en las instituciones educativas.

A partir de lo anterior, en cada una de las licenciaturas de educación básica, como preescolar, primaria, secundaria, telesecundaria, educación física e inclusión educativa, se ha propuesto una nueva malla curricular que integra los espacios de formación disciplinar y pedagógica de acuerdo con el nivel que aspire atender el alumno normalista. Entonces, también se modifica el rol que tiene el profesor debido a que “se considera al docente ya no únicamente como un transmisor o quien acompaña el aprendizaje, sino como un sujeto de aprendizaje en sí mismo” (SEP, 2017, p. 42), con lo cual se resume el tipo de maestro que requiere la educación del siglo XXI.

Formación inicial en preescolar

La formación de los docentes de educación preescolar ha tenido diversas transformaciones; la preparación de docentes con habilidades para desarrollar ambientes de aprendizaje, atender a la diversidad, diseñar planeaciones de acuerdo con las necesidades de los alumnos con base en el currículo vigente, utilizar las tecnologías de la información, entre otros aspectos, ha resultado fundamental en los últimos años.

La educación preescolar comenzó dando un servicio asistencial, en que los alumnos se incorporaban a un espacio de socialización, y de creaciones artísticas y manuales guiadas por la docente, quien se convirtió gradualmente en uno de los actores educativos más importantes para favorecer el desarrollo del pensamiento, debido a las conexiones neuronales que el cerebro logra en la infancia y que les permiten construir su aprendizaje, tomándose en cuenta como el primer nivel educativo de la educación básica obligatoria en México (SEP, 2004).

La promoción de la lectura y el desarrollo del pensamiento matemático fueron algunos de los campos prioritarios a favorecer en los programas de preescolar 2004 y 2012, aunque en este último se co-

menzaba a dar mayor importancia al campo de la exploración y el conocimiento del mundo.

Tonucci (1995) menciona que, al existir un pensamiento infantil en los niños, también es posible la existencia del pensamiento científico en la infancia, por lo que es necesario ayudar a los niños a darse cuenta de las teorías que ellos realizan a partir de los cuestionamientos que tienen del mundo que los rodea.

Asimismo, Aslan, Tas & Gürgeh (2016) afirman que la educación en ciencia a edades tempranas brinda a los niños ambientes propicios para el desarrollo de su curiosidad, lo cual coincide con Ortiz & Cervantes (2015), quienes describen la curiosidad como una actitud que aproxima a los niños al conocimiento científico. Refieren que “la curiosidad es una actitud presente en los humanos que se manifiesta con mayor intensidad en los primeros años de vida” (Ortiz & Cervantes, 2015, p. 13). Asimismo, Harlen (2010) señala que el proceso de la actividad científica puede provocar estímulos positivos para obtener el aprendizaje en el futuro.

De igual forma, existen diferentes investigaciones que se han interesado en indagar el impacto que tienen los contenidos científicos durante la infancia, realizando diferentes actividades para favorecer el diseño de situaciones didácticas de acuerdo con las capacidades de los alumnos (García & Peña, 2002; Gallegos, Flores & Caldero, 2008; Ortiz & Cervantes, 2015; Sánchez & Caldera, 2016).

Actualmente, en el nuevo modelo educativo (2017), se retoma la enseñanza de la ciencia como uno de los principales campos de formación académica, adquiriendo el mismo nivel de importancia que lenguaje y comunicación, y pensamiento matemático. En este campo de exploración y comprensión del mundo natural y social se tiene como objetivo principal que los alumnos “adquieran una base conceptual para explicarse el mundo en que viven, que desarrollen habilidades para comprender y analizar problemas diversos y complejos; en suma, que lleguen a ser personas analíticas, críticas, participativas y responsables” (SEP, 2017, pp. 252-253). Por ello, uno de los elementos importantes a considerar para el logro del objetivo anterior es la formación inicial docente en el desarrollo de las competencias para acercar a los alumnos en la indagación científica, encaminando a las nuevas generaciones a la reflexión, la observación y a un pensamiento crítico.

Existen investigaciones que indagan las percepciones que los educadores manifiestan en relación con sus conocimientos científicos, la habilidad para abordar dichos contenidos y la capacidad de apoyar a

los niños en la construcción de su aprendizaje. De acuerdo con Pendergast, Lieberman-Betz, & Vail (2015), los docentes de preescolar tienen sensaciones de ansiedad al no tener un conocimiento propio y concreto de la ciencia, enfrentando dificultades sobre cómo manejar tales contenidos adecuadamente en el jardín de niños, e influyendo en su práctica educativa las creencias que tienen de aquélla.

De acuerdo con Adúriz-Bravo (2007, p. 118) al convertir la ciencia en un objeto a enseñar, se debe tomar en cuenta durante la formación docente tanto inicial como continua que esto conlleva a identificar estrategias para gestionar aprendizajes en su intervención docente que implica tomar en cuenta dos aspectos:

1. Qué naturaleza de la ciencia se transmite a través de las formas de pensamiento, discurso y acción puestas en marcha en las clases de ciencias naturales, y
2. Qué naturaleza de la ciencia puede aprenderse para cada nivel de madurez, riqueza y profundidad de los contenidos científicos que se metaanalizan.

Al igual que la ciencia, existen otros conocimientos que se incluyen en los programas de formación docente en preescolar como lo es el uso de la tecnología.

De acuerdo con Masoumi (2015), el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los centros de educación preescolar depende de las experiencias técnicas y pedagógicas que el profesorado tiene en ellas para integrarlas en el aula, por lo que habría que explorar qué tan competentes son los docentes integrando estas herramientas en dicho nivel. A partir de lo anterior, Zaranis & Oikonomidis (2016) sugieren que los programas de capacitación docente deben incorporar las TIC en el aula, enfatizando su uso en el proceso educativo de los preescolares.

Formación inicial en educación primaria

Desde la creación de la Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB) 2012, se han diseñado planes y programas de estudio que articulan la construcción del proceso de enseñanza-aprendizaje en los niveles preescolar, primaria y secundaria, donde se vinculan los campos de formación, de manera que los alumnos vayan construyendo gradualmente sus conocimientos. Se trata de una articulación que se sigue en la propuesta del nuevo modelo educativo 2018.

Por consiguiente, la escuela primaria tiene el papel de promover y seguir favoreciendo las competencias que los alumnos desarrollaron durante la educación preescolar, siendo aquéllas un puente hacia nuevas formas de conocimiento en los siguientes niveles educativos.

Con respecto a la enseñanza de la ciencia, al llegar a la primaria los alumnos cuentan con elementos para reconocer, observar y cuestionarse, y describir cómo se relacionan con lo esperado en ese segundo nivel. Ante esto, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2006) menciona que la enseñanza de la ciencia en primaria debería introducir a los niños a la posibilidad de: “a) explicar fenómenos naturales cotidianos y b) proporcionar herramientas intelectuales que les permitan comprender mejor el funcionamiento del mundo” (pp. 41-42).

Debido a la variedad de conocimientos que se pretende que el alumno construya, es necesario que los docentes estén capacitados para afrontar dicha situación. De acuerdo con Bonil & Márquez (2009), “la mayoría de futuros maestros han construido su concepto de ciencia y de cómo enseñarla a partir de interpretar las clases recibidas, las prácticas de laboratorio, el contacto con sus profesores a lo largo de sus años de escolaridad” (p. 450). Entonces, en la formación inicial es importante considerar las percepciones que tienen los futuros docentes de enseñar ciencia en primaria, para así llegar a los objetivos deseados.

De acuerdo con García (2016), la introducción de las disciplinas de ciencia, que se realizaron de forma transmisiva durante la educación previa a la formación de los docentes, impacta en la profesionalización de éstos debido a que suelen generar actitudes negativas en cuanto a su aprendizaje, por lo que es necesario que durante el trayecto formativo de la docencia el alumno construya una nueva visión de lo que es la ciencia, y que vincule los beneficios sociales donde el saber científico promueva la reflexión y el bienestar de los ciudadanos.

Mazas & Bravo (2018) encontraron que los docentes que cursaron sus estudios de bachillerato en una institución técnica tienen una actitud más positiva, con respecto a la ciencia y al papel que ésta tiene en los centros educativos, en comparación con los alumnos que cursaron un bachillerato de otra modalidad, influyendo así sus conocimientos de educación media superior en sus concepciones científicas.

A partir de lo anterior, se sugiere que:

...la formación del profesorado de primaria debe abordar los grandes temas teóricos de la didáctica de las ciencias que sir-

van de marco para la toma de decisiones, como por ejemplo la naturaleza de la ciencia, los modelos de enseñanza con su correspondiente fundamentación psicológica, epistemológica (García, 2016, p. 43).

Asimismo, es importante que los futuros docentes accedan a escenarios donde tengan la oportunidad de acercarse a la indagación científica, para obtener actitudes de confianza y seguridad para implementar situaciones de ciencia a partir del método indagatorio con sus alumnos (Godoy, Segrra & Di Mauro, 2014).

De-Juanas, Martín y González (2016) asumen que actualmente existe un debate entre dos formas de enseñanza de la formación inicial docente. Por un lado, existe la propuesta de preparar a los maestros con una formación específica en ciencia, debido al argumento de que no se puede enseñar algo que no se conoce. Y por otro lado, se encuentra la propuesta de la formación didáctica, dejando en segundo lugar los contenidos de ciencia de primaria, ya que se generalizan como conocimientos muy básicos y se pone mayor énfasis en las estrategias para su enseñanza. Así, los autores concluyen que se debe facilitar a los docentes en formación el conocimiento contenido y la didáctica para enseñarlo, integrando ambos elementos en su formación.

De igual manera, uno de los elementos que se ha visto involucrado en la enseñanza de la ciencia es el uso de la tecnología. La formación de los docentes con competencias tecnológicas adecuadas para intervenir en el aula ha sido un aspecto importante en la formación inicial, pero también en las instituciones de educación desde básica hasta superior.

Uno de los sucesos que marcaron la inserción del uso de las tecnologías de la información en la educación básica fue el lanzamiento de programas que se implementaron en un principio sólo en aulas de educación primaria. La Secretaría de Educación Pública (2016) los planteó como estrategias para reforzar la calidad educativa. Estos programas fueron modificándose al paso de los cambios políticos y curriculares (figura 3-1) y, con ello, lo hicieron la capacitación y formación de docentes de dicho nivel.

Los programas institucionales que proponen el uso de la tecnología son ejemplo de la importancia que se debe dar a la formación de docentes en cuanto a las habilidades tecnológicas, para poder enfrentar los constantes cambios curriculares y también incorporarse no como un aspecto aislado de las actividades escolares y científicas, sino como un elemento integrado que es importante utilizar para la búsqueda de información.

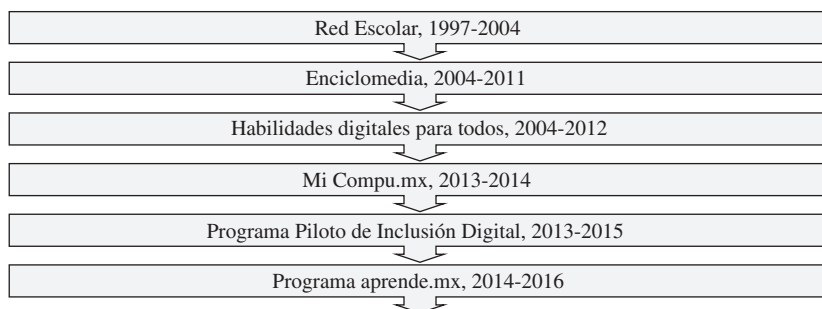


Figura 3-1 Programas de educación digital del Gobierno de México 1997-2016.

Fuente: Programas de Inclusión digital del Gobierno de México 1997-2016. Adaptado de Programa Aprende 2.0, Programa de Inclusión digital 2016-2017, SEP, 2016, p. 32.

Educación Especial

La enseñanza de la ciencia en la formación de los alumnos de la licenciatura de Educación Especial no siempre ha sido un elemento prioritario a favorecer en los futuros docentes, pues en los programas anteriores no se incluían cursos específicos de acercamiento al medio natural y social, para los educadores de Especial.

De esta manera, en México en la Ley General de los Derechos de los Niños, Niñas y Adolescentes (2014), se establece que las personas con discapacidad tienen derecho de disfrutar de las mismas oportunidades que todos los demás, incluyendo una educación de calidad.

De igual forma, en la Ley General de Educación, en el artículo 41 se especifica que la formación de docentes en este ámbito favorecerá la atención inclusiva y una adecuada atención de la misma, cuyo propósito principal es:

Identificar, prevenir y eliminar las barreras que limitan el aprendizaje y la participación plena y efectiva en la sociedad de las personas con discapacidad, con dificultades severas de aprendizaje, de conducta o de comunicación, así como de aquellas con aptitudes sobresalientes (UNICEF, 2016, p. 19).

A partir de lo anterior, los contenidos abordados en las escuelas regulares, como lenguaje, matemáticas y ciencia, son un derecho al que los alumnos con discapacidades deben tener acceso, por lo que en el nuevo modelo educativo 2018 se propone un cambio en el nombre de la licenciatura y en el plan de estudios, siendo ahora la licenciatura en Educación Inclusiva, que incluye más cursos respecto a los trayec-

tos de formación científica para el docente, que le permitirá atender a los alumnos de cualquier nivel desde preescolar hasta secundaria.

Los docentes de esa área de educación están presentes en distintas instituciones académicas, desde *centros de atención múltiple* (CAM), hasta escuelas regulares donde apoyan a los docentes, familias y alumnos en el desarrollo de estrategias para incorporar a los alumnos en dichas instituciones, teniendo las mismas oportunidades que sus compañeros.

De acuerdo con la Dirección de Educación Especial (DEE), se dice que en las instituciones de educación especial “los cimientos del aprendizaje de las ciencias lo constituyen fundamentalmente los hechos y el trabajo directo con los materiales, ya que las palabras o las explicaciones teóricas la mayoría de las veces no les dicen nada” (DEE, 2004, p. 15).

Por otro lado, en el estado de Veracruz se ha implementado el Programa de Aplicación de los Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de las Ciencias (PASEVIC), el cual ha sido el primer programa que, con apoyo de la Secretaría del Estado de Veracruz (SEV) ha integrado y capacitado a los docentes de educación especial en el desarrollo de las actividades científicas utilizando el método basado en indagación con los alumnos con discapacidades y barreras de aprendizaje, adaptando los manuales de trabajo de acuerdo con las necesidades de los estudiantes (CONACYT, 2016).

También en ese estado se ha realizado el proyecto Fairchild Challenge del Jardín Botánico del Instituto Javier Clavijero que, en conjunto con la Secretaría del Estado de Veracruz (SEV), el Instituto de Ecología (INECOL) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), tiene el objetivo de incentivar el interés por la ciencia y la conservación de la flora en el estado. Este programa ha convocado a las escuelas de educación básica, incluidas las de educación especial (Ecología, 2018).

A través del trabajo en ciencias, los alumnos adquieren:

...los conocimientos, las habilidades, las actitudes y los valores para comprender los fenómenos del entorno natural, los cambios que van observando y viviendo en su propio cuerpo, de entender su sexualidad, a cuidar su salud, alimentación, a explicarse mejor lo que les sucede cotidianamente (DEE, 2004, p. 14).

De esta manera, resulta fundamental adentrarlos a las ciencias naturales para que “observen los alimentos que van a consumir, saber

cuándo están descompuestos, distinguir cuándo el agua no es bebible, qué tipo de frutas pueden comer, reconocer heridas y cómo curarlas, distinguir los objetos cuando están calientes, etc.” (DEE, 2004, p. 16).

Dentro de las estrategias utilizadas en los *centros de atención múltiple*, la DEE (2004) especifica que “no se sigue el método científico, tampoco se manejan verdades absolutas, acabadas e incuestionables, ni su finalidad es llevar a los niños a acumular conocimientos, datos, información e ideas sin entender” (pp. 21-22). De igual forma, se enfatiza el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia como un proceso donde los alumnos aprendan a través de un trabajo colaborativo. Para ello el docente debe conocer al grupo y las necesidades que éste presenta, lo cual demanda de un trabajo que, estructurado de forma sistemática, tenga el propósito de atender de forma precisa a los alumnos con el procedimiento didáctico adecuado.

Modelo TPACK

Shulman (1986) propuso un modelo de conocimiento conocido como *pedagogical content knowledge* (PCK) que refiere al conocimiento del contenido pedagógico del docente, quien toma en cuenta dos aspectos importantes. Uno es la preparación disciplinar que el docente posee para intervenir al enseñar como, por ejemplo, los saberes teóricos y conceptuales. El otro son las estrategias, los materiales, las explicaciones y los ejemplos que le permiten desarrollar los temas de dicha disciplina con sus alumnos.

El modelo de Shulman no explicita la relación con la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La integración de este componente emerge en 2005 por Angeli y Valanides, así como por Ness (Angeli, Valanides & Christodoulou, 2016). En este modelo inicial, se propuso la interacción de cinco categorías:

- Conocimiento del contenido
- Conocimiento del contexto
- Conocimiento de los alumnos
- Conocimiento pedagógico y
- Conocimiento de la tecnología

En 2006 el término TPCK se difundió tras la propuesta de Mishra y Koehler (2006). Para el siguiente año, estos autores actualizaron el modelo nombrándolo TPACK enfatizando su carácter integrador con la asociación sonora con el término en inglés *total-package* (paquete completo).

El modelo *technological pedagogical content knowledge* (TPACK) se centra en el conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido propuesto por Koehler y Mishra (2009), y se basa en los fundamentos del modelo de Shulman (1986).

El modelo TPACK se integra con tres elementos principales relacionados con la disciplina que se enseña, la pedagogía y la tecnología, como se especifica a continuación:

El conocimiento del contenido (CK) es el conocimiento de los maestros sobre el tema que se debe aprender o enseñar. El contenido que se cubrirá en la historia o ciencia de la escuela secundaria es diferente del contenido que se cubrirá en un curso de graduación sobre apreciación artística o un seminario de postgrado en astrofísica (Koehler & Mishra, 2009, p. 63).

Conocimiento pedagógico (PK) es el profundo conocimiento de los profesores sobre los procesos y prácticas o métodos de enseñanza y aprendizaje. Incluye conocimiento sobre técnicas o métodos utilizados en el aula, la naturaleza del público objetivo, y estrategias para evaluar la comprensión del estudiante (Koehler & Mishra, 2009, p. 64).

[En cuanto al conocimiento tecnológico (TK) se argumenta que] cualquier definición de conocimiento de tecnología corre el riesgo de quedar obsoleta cuando se publique este texto. Dicho esto, ciertas formas de pensar y trabajar con la tecnología pueden aplicarse a todas las herramientas y los recursos tecnológicos (Koehler & Mishra, 2009, p. 64) [por lo que este componente está en constante cambio en comparación con los mencionados anteriormente].

Las tres bases de conocimiento convergen entre sí creando diferentes componentes como el *conocimiento pedagógico del contenido*, que consiste en cómo el docente interpreta una disciplina, y utiliza diferentes métodos, estrategias y técnicas para adaptarla a los estudiantes; el *conocimiento tecnológico del contenido* refiere a qué tipo de recursos tecnológicos hay para abordar una disciplina específica; y el *conocimiento tecnológico pedagógico* indica cómo la tecnología puede facilitar la implementación de diferentes estrategias de enseñanza (Koehler Mishra & Cain, 2013) (figura 3-2).

El modelo TPACK se ha utilizado en diferentes investigaciones con el objetivo de conocer y evaluar los conocimientos que poseen los docentes de diferentes disciplinas y niveles educativos, identificando así en qué medida convergen dichos conocimientos y el impacto que tie-

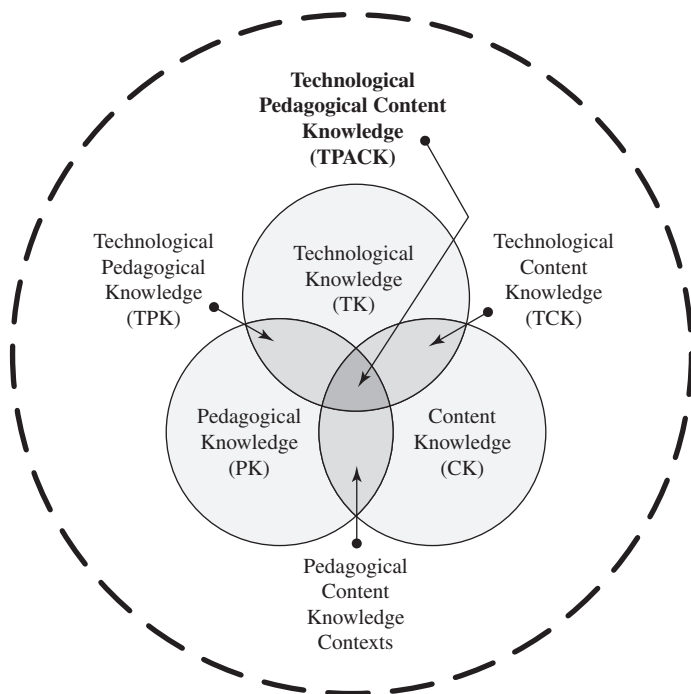


Figura 3-2 Modelo TPACK.

Fuente: Modelo TPACK. Reproducido de "What Is Technological Pedagogical Content Knowledge?" por Koehler and Mishra, 2009, p. 63.

nen en su práctica. Por su parte, Jimoyiannis (2010) retoma los componentes TPACK y los vincula con la enseñanza de la ciencia (tabla 3-1), organizando los conocimientos que se ven implicados al enseñar, de acuerdo con el modelo.

De acuerdo con Abbitt (2011), el modelo TPACK es "un modelo de conocimiento que apoya la integración de la tecnología" (p. 134). En este caso, la tecnología no debe visualizarse como un elemento apartado de la educación, sino que tiene que integrarse con el estudio del aprendizaje, del cómo se enseña que en el marco de este modelo es la pedagogía, y de la disciplina a enseñar, que refiere al contenido (Harvey & Caro, 2016).

El modelo se ha utilizado en investigaciones de docentes en preservicio, para implementar la tecnología en el aula, obteniendo resultados satisfactorios al implementar sesiones de trabajo basadas en los componentes del modelo, así como una estructura eficaz para la preparación de los docentes al momento de buscar nuevas formas para implementar

Tabla 3-1 Componentes TPACK y conocimientos de ciencia.

Componentes TPACK	Conocimiento de los componentes
Conocimiento de contenido pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento científico • Ciencias currículum • Transformación del conocimiento científico • Dificultades de aprendizaje de los estudiantes sobre determinados campos científicos • Estrategias de aprendizaje de los estudiantes sobre determinados campos científicos • Estrategias de aprendizaje • Pedagogía general • Contexto educativo
Conocimiento de contenido tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos y herramientas disponibles para temas de ciencia • Habilidades operativas y técnicas relacionadas con conocimientos científicos específicos • Transformación del conocimiento científico • Transformación de los procesos científicos
Conocimiento tecnológico pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> • Las estrategias de aprendizaje basadas en las TIC • El fomento de la investigación científica con las TIC • El apoyo a las habilidades de información • Andamiaje de los estudiantes • Manejo de las dificultades técnicas de los estudiantes

Fuente: Componentes del modelo TPACK. Reproducido de "Developing a Technological Pedagogical Content Knowledge Framework for Science Education: Implications of a Teacher Trainers' Preparation Program" por Jimoyiannis, 2010, p. 602.

la tecnología y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Abbitt, 2011; Agustín & Liliyasi, 2017; Günes & Bahçivan, 2016; Harvey & Caro, 2016).

Diferentes autores se decantan por la indagación de la operatividad del modelo en contextos reales, desde el paradigma cualitativo (Archambault, 2016; Angeli *et al.*, 2016; Niess, 2016; Schmidt-Crawford, Shu-Ju, Wang & Jin, 2016). Este exhorto apuesta a la práctica compleja desde un enfoque holístico e integrador como se considera al TPACK. Por ejemplo, Niess (2005, mencionado en 2016) aporta cuatro aristas para repensar el aprendizaje y la enseñanza desde el modelo TPACK:

1. Conocimiento general sobre el sentido otorgado a la tecnología al enseñar ciertos temas
2. Conocimiento sobre los estudiantes, como concepciones y pensamientos que tengan sobre determinados temas aprendidos con apoyo de la tecnología

3. Conocimiento del currículo y cursos curriculares en la integración de la tecnología en el aprendizaje y la enseñanza de ciertos temas
4. Conocimiento de estrategias instruccionales y representaciones de la enseñanza y el aprendizaje de ciertos temas con apoyo de la tecnología

La percepción que tienen los docentes acerca de la utilidad y facilidad de uso de las TIC impacta en la aplicación de éstas en la enseñanza de la ciencia. Aunque se impartan cursos de tecnología a los docentes en servicio, si ellos no se vinculan y utilizan de manera correcta, no se logrará que los docentes las implementen en sus aulas (George & Ogunniyi, 2016).

Enseñanza basada en la indagación

De igual forma, Bosch (2014) especifica que “la utilización de la metodología de la indagación propicia la participación activa y creativa de los maestros-alumnos y tiene como objetivo ofrecer una herramienta para su mejor desarrollo, tanto en el ámbito escolar como en la vida cotidiana” (p. 77).

En la enseñanza de la ciencia en la educación básica se han propuesto diferentes métodos de enseñanza y aprendizaje, y uno de los métodos más antiguos y que no siempre ha sido funcional para los estudiantes principalmente es el método transmisivo, así que se ha tenido que experimentar con diferentes estrategias para lograr los objetivos curriculares. Actualmente la enseñanza basada en la indagación se ha colocado como el enfoque con mejor impacto para el acercamiento de las ciencias con los alumnos más pequeños y hasta con generaciones mayores.

La indagación se puede definir como sigue:

Un proceso que se da en el pensamiento humano desde las primeras etapas de su desarrollo. El niño pequeño que tantea tratando de averiguar a dónde fue a parar la pelota está haciendo inferencias mediante la indagación. También la indagación puede ser entendida como la habilidad para hacer preguntas, habilidad que tiene su origen en las necesidades del ser humano, el cual se convierte en un medio o instrumento para comprender y aprehender el objeto de estudio (Camacho, Casilla & Finol de Franco, 2008, p. 287).

Lo anterior tiene relación con los procesos de aprendizaje que viven los alumnos, principalmente en preescolar y primaria, cuando la curiosidad y el interés por conocer el mundo lleva a los estudiantes a experimentar e indagar por cuenta propia, de manera que utilizar este enfoque en la educación favorece el desarrollo de los conocimientos del alumnado. Bosch (2014) especifica que “la utilización de la metodología de la indagación propicia la participación activa y creativa de los maestros-alumnos y tiene como objetivo proporcionar una herramienta para su mejor desarrollo, tanto en el ámbito escolar, como en la vida cotidiana” (p. 77).

De acuerdo con la SEP (2017), la indagación refiere a una actividad científica, en la cual se favorece la resolución de problemas a partir de los fenómenos que rodean a los alumnos. “Incluye varios procesos, como la observación y la experimentación, el análisis y la inferencia, la argumentación de evidencias, la reformulación colectiva de ideas, el planteamiento y la solución de problemas, así como la *evaluación* de resultados, entre otros” (p. 357).

Por otro lado, Harlen (2013) refiere a que la indagación puede utilizarse en distintas disciplinas, como matemáticas, historia y ciencias, por mencionar algunas. De igual forma menciona que

...lo que distingue a la indagación científica es que conduce al conocimiento y la comprensión del mundo natural y artificial a través de la interacción directa con el mundo, y a través de la generación y recolección de datos para su uso como evidencia en el proceso de someter a prueba las explicaciones de fenómenos y eventos (Harlen, 2013, p. 12).

De acuerdo con Harlen (2010), la forma como se aprende ciencia conlleva a entender y desarrollar habilidades que permitan interactuar en un mundo lleno de cambios. A partir de esto, propone que la enseñanza de la ciencia se debe realizar mediante la indagación, ya que como menciona: “La indagación, bien ejecutada, lleva a la comprensión y deja espacio para la reflexión sobre lo que se ha aprendido, de manera que las nuevas ideas resulten del desarrollo de ideas más tempranas” (Harlen, 2010, p. 3).

La metodología basada en la indagación se ha tornado como un enfoque importante para el alumnado por la forma de trabajo que propone para favorecer la curiosidad de los alumnos, de modo que “la indagación en la educación motiva a los estudiantes por las mismas razones: los confronta con un acertijo que representa un reto y que puede resolverse mediante un proceso que involucra tomar riesgos” (Alberts, 2016, p. 40).

Este método de enseñanza se ha incluido en el programa PASEVIC, para sensibilizar a los docentes en las capacitaciones para interesarse en las actividades científicas y de descubrimiento y así diseñar escenarios que motiven a sus alumnos a trabajar en colaborativo, y a utilizar diferentes materiales mediante el contacto físico con el medio natural que les rodea, a partir de las actividades propuestas en los manuales de los SEVIC (INNOVEC, 2012).

Por lo tanto, la enseñanza basada en la indagación proporciona a los futuros docentes de educación básica, estrategias para la enseñanza de las ciencias como parte de la didáctica que, articulada con el contenido científico y la tecnología, conforman un entramado con amplias posibilidades para innovar en el aula.

Referencias

- Abbitt, J. T. (2011). An Investigation of the Relationship between Self-Efficacy Beliefs about Technology Integration and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) among Preservice Teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. doi.org/10.1080/21532974.2011.10784670
- Adúriz-Bravo, A. (2007). *¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica*. UNESCO. Recuperado de <http://www.educared.pe/modulo/upload/130077622.pdf>.
- Aguilera, J., Castillo, A. & García, J. (2007). Percepción de los Roles Docente-Estudiante: un Problema que Influye en la Calidad de la Enseñanza. *Innovación Educativa*, 7(38), 53-76.
- Agustin, R. R. & Liliyasi, L. (2017). Investigating Pre-Service Science Teachers (PSTs) Technological Pedagogical Content Knowledge Through Extended Content Representation (CoRe). En *Journal of Physics: Conference Series*. doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012103
- Alberts, B. (2016). Algunos pensamientos de un científico acerca de la indagación. En *Antología sobre indagación. Teorías y Fundamentos de la enseñanza de la Ciencia Basada en la indagación* (pp. 37-48). México: INNOVEC.
- Angeli, C., Valanides, N. & Christodoulou, A. (2016). Theoretical Considerations of Technological Pedagogical Content Knowledge. En Herring, M., Koheler, M., Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical*

- Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 11-32). Nueva York: Routledge.
- Archambault, L. (2016). Exploring the Use of Qualitative Methods to Examine TPACK. En Herring, M., Koheler, M., Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 65-86). Nueva York: Routledge.
- Aslan, D., Tas, I. & Gürğah, I. (2016). Pre- and In-service Preschool Teachers' Science Teaching Efficacy Beliefs. *Academic Journals*, 11(4), 1344-1500. doi.org/10.5897/ERR2016.2794
- Blancas, J. (2017). Enseñar ciencias en la educación obligatoria: ¿Por qué, qué y cómo? *Revista de Evaluación para Docentes y Directivos*, 2 (pp. 80-87).
- Bonil, J. & Márquez, C. (2009). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? Implicaciones para su formación. *Revista de Educación*, 354, pp. 447-472.
- Bosch, C. (2014). Un vistazo al programa La ciencia en tu escuela. *Educación Matemática*, 26(1), pp. 76-93.
- Camacho, H., Casilla, D. & Finol de Franco, M. (2008). La indagación: Una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de investigación. *Laurus*, 14(26). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=761/76111491014>
- CONACYT (2016). Diez años de formar pequeños científicos en Veracruz. CONACYT Prensa.
- De-Juanas, A., Martín, R. & González, M. (2016). Competencias docentes para desarrollar la competencia científica en educación primaria. *Bordón, Revista de Pedagogía*, 68(2). doi.org/10.13042/Bordon.2016.68207
- EcuRed (2018). Ciencia. Recuperado de <https://www.ecured.cu/Portal:Ciencia>
- Fernández, M. & Ramírez, P. (2006). Los relatos de experiencias escolares en la formación docente. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37(4), pp. 1-6. doi.org/<https://doi.org/10.35362/rie3742696>
- Flores, F. (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. México.
- Gallegos, L., Flores, F. & Caldero, E. (2008). Aprendizaje de las ciencias en preescolar: la construcción de representaciones y explicaciones sobre la luz y las sombras. *Revista Iberoamericana de Educación* 2, 47, pp. 97-121.

- García, M. & Peña, P. (2002). Los encuentros científicos en preescolar. *Educere*, 6(19). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=356/35601909>
- García, S. (2016). Conocimiento científico, conocimiento didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto*, 35(1), pp. 31-44.
- George, F. & Ogunniyi, M. (2016). Teachers' Perceptions on the Use of ICT in a CAL Environment to Enhance the Conception of Science Concepts. *Universal Journal of Educational Research*. doi.org/10.13189/ujer.2016.040119
- Godoy, A. V., Segrra, C. I. & Di Mauro, M. F. (2014). Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 11(3), 381-397. doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i3.08
- Golombek, D. A. (2008). Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. Argentina: Fundación Santillana.
- Günes, E. & Bahçivan, E. (2016). A multiple case study of preservice science teachers' TPACK: Embedded in a comprehensive belief system. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(15), pp. 8040-8054.
- Gutiérrez, J., Gómez, M. & Martín-Díaz, M. (2002). La enseñanza de las ciencias orientada a la formación ciudadana. En *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (Membiola).
- Harlen, W. (2010). Principios y grandes ideas de la educación en ciencias [versión DX Reader] Association for Science Education. Recuperado de: www.innovec.org.mx
- (2013). Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica, Italia: Global Network of Science Academies/Science Education Programme
- Harvey, D. M. & Caro, R. (2016). Building TPACK in Preservice Teachers Through Explicit Course Design. *TechTrends*, 61(2), 106-114. doi.org/10.1007/s11528-016-0120-x
- INEE (2017). Estudio comparativo de la propuesta curricular de ciencias en la educación obligatoria en México y otros países. México.

- Instituto de Ecología (2018). Proyecto Fairchild Challenge del Jardín Botánico del Instituto Javier Clavijero.
- Jimoyiannis, A. (2010). Developing a Technological Pedagogical Content Knowledge Framework for Science Education: Implications of a Teacher Trainers' Preparation Program. En *Proceedings of the 2010 InSITE Conference*. doi.org/10.28945/1277
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9, 60-70. doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009
- Koehler, M., Mishra, P. & Cain, W. (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), pp. 13-19.
- Linuesca, M. C. (2012). Diseñar el currículum: Preveer y representar la acción. En G. Sacristán, R. Feito, P. Perrenoud, & M. C. Linuesca (Eds.). *Diseño, desarrollo e innovación del currículum* (pp. 13-24). México: Morata.
- Masoumi, D. (2015). Preschool teachers' use of ICTs: Towards a typology of practice. *Contemporary Issues in Early Childhood*. doi.org/10.1177/1463949114566753
- Mazas, B. & Bravo, B. (2018). Actitudes hacia la ciencia del profesorado en formación de educación infantil y educación primaria. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 22(2), pp. 329-348.
- Navarrete, Z. (2015). Formación de profesores en las Escuelas Normales de México. Siglo XX. *Revista Historia de La Educación Latinoamericana*, 17(25), pp. 17-34. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=869/86941142002>
- Niess, M. (2016). Transforming Teachers' Knowledge for Teaching With Technologies: An Online Learning Trajectory Instructional Approach. En Herring, M., Koheler, M., Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 131-142). Nueva York: Routledge.
- Ortiz, G. & Cervantes, M. (2015). La formación científica en los primeros años de escolaridad. *Panorama*, 9(17), 10-23.
- Pendergast, E., Lieberman-Betz, R. G. & Vail, C. O. (2015). Attitudes and Beliefs of Prekindergarten Teachers Toward Teaching Science to Young Children. *Early Childhood Education Journal*, 45(1), pp. 43-52. doi.org/10.1007/s10643-015-0761-y

- Peña, G. & Viña, A. (2001). *Análisis de las creencias de algunos docentes de educación inicial con referencia al enseñar*. Cuadernos de investigación educativa. Universidad ORT Uruguay. 1(9), pp. 7-21. Recuperado de: http://www.ort.edu.uy/ie/pdf/CUAD_9.pdf
- Rodríguez, D., Izquierdo, M. & López, D. (2011). Por qué y para qué enseñar ciencias? En *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XX* (pp. 11-40). México: Secretaría de Educación Pública.
- Sánchez, M. & Caldera, D. (2016). La significación del color y su importancia para la divulgación de la ciencia. Un enfoque cualitativo. *Universidad de Zulia*, 32(13), pp. 540-559. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/310/31048483027.pdf>
- Schmidt-Crawford, D. A., Shu-Ju, D. T., Wei, W. & Yi, J. (2016). Understanding Teachers' TPACK Through Observation. En Herring, M., Koheler, M., Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 107-118). Nueva York: Routledge.
- SEP. (2017). *Nuevo Modelo Educativo*. Gobierno de México.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14. doi.org/10.3102/0013189X015002004
- UNESCO (2006). *Modelo innovadores en la formación inicial docente*. Santiago, Chile: OREALC/UNESCO.
- Ungerfeld, R. & Morón, S. (2016). La investigación en la formación docente. Ideas para el debate. *Intercambios*, 3(2), pp. 57-67.

CAPÍTULO

4

**Estudios de
frontera sobre
TPACK y enseñanza
de la ciencia**

Berenice Morales González¹

Las competencias que posea el docente para hacer efectiva la integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en su quehacer cotidiano deben ser un tema a abordar necesariamente en cualquier nivel educativo (Prendes Espinosa & Porlán Gutiérrez, 2013), no sólo desde la dimensión tecnológica, sino desde una mirada integral que considere la transformación de sus prácticas cotidianas. La integración de la tecnología demanda el desarrollo de competencias docentes para transformar efectivamente sus prácticas cotidianas. En este sentido, “las TIC son —y serán todavía más— un elemento fundamental en el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje” (Cabero, Roig & Mengual, 2017, p. 82).

En nuestro país, el nuevo modelo educativo para la educación básica conceptualiza al docente como un “profesional centrado en el aprendizaje de sus estudiantes, que genera ambientes de aprendizaje e incluyentes, comprometido con la mejora constante de su práctica docente y capaz de adaptar el currículo a su contexto específico” (SEP, 2017, p. 30). Tal concepción exige un docente innovador y, por lo tanto, abre áreas de oportunidad desde la formación inicial para promover la plena participación no sólo de los estudiantes normalistas, sino también de los docentes formadores y las autoridades educativas en la transformación de las escuelas normales hacia instituciones de educación superior de calidad suficiente, para ofrecer una profesión congruente con las exigencias de nuestra sociedad del conocimiento.

La incorporación de las TIC en diversos programas de formación inicial docente a nivel internacional es condición obligada. Por ejemplo, se identifica el caso del currículo australiano (Sheffield, Dobozy, Gibson, Mullaney & Campbell, 2015), así como el espacio europeo de educación superior (Cejas & Navío, 2016).

Este énfasis integrador demanda una reconfiguración interdisciplinaria en la formación de los docentes y sus prácticas. Al respecto, Koehler y Mishra (2009), así como Koehler, Mishra & Cain (2013), diseñaron el modelo *technological pedagogical content knowledge* denominado TPACK o *modelo de conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido*, basado en el modelo *pedagogical content knowledge* (PCK) de Shulman (1986). TPACK se constituye a partir de los elementos tecnología (T), pedagogía (P) y contenido disciplinar (C), así como

¹ Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos por la Universidad Veracruzana. Profesora en la Licenciatura en Educación Especial de la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del Cuerpo Académico Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2).
E-mail: Berenice.morales.g@gmail.com

de las interacciones en pares y la tríada sucedida entre sus componentes, lo que da lugar a nuevos componentes.

El modelo TPACK representa una propuesta que articula diferentes dimensiones del proceso de enseñanza-aprendizaje. Agustín & Liliyasi (2017) le denominan competencia integradora para el siglo XXI. El modelo establece una congruencia con una práctica compleja y dinámica que vaya más allá del dominio del conocimiento de una materia. Para Bonil & Márquez (2009), el docente “debe desarrollar un conocimiento de la materia, un conocimiento psicopedagógico general, y un conocimiento de cómo enseñar la materia específica” (p. 449), lo cual implica la plena articulación entre el contenido, la didáctica y el conocimiento sobre los recursos a emplear en las actividades con los estudiantes, para generar espacios efectivos de aprendizajes. Fue esta perspectiva integradora la que detonó el presente proyecto de investigación denominado *Evaluación de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinarios para la enseñanza de la ciencia en estudiantes normalistas del Estado de Veracruz*. Las instituciones participantes fueron la Benemérita Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen” (BENV) a través del cuerpo académico Políticas Públicas y Evaluación Educativa, así como el Centro Regional de Educación Normal (CREN) “Dr. Gonzalo Aguirre Beltrán”, a través del cuerpo académico Innovación Educativa y Práctica Docente.

Según Flores (2012), en nuestro país existe poca inversión en la enseñanza de la ciencia y la tecnología, además de una reducida presencia como parte de la cultura nacional, aun cuando en el discurso institucional se resalte su importancia para el desarrollo del país y se destaque a la ciencia, la tecnología y la innovación como elementos fundamentales dentro del nuevo modelo educativo propuesto por la Secretaría de Educación Pública (2017).

La presente investigación fue aprobada por el Consejo Nacional de la Ciencia y la Tecnología en su convocatoria INEE-CONACYT-2017-1. El objetivo general fue evaluar la articulación de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial docente. Como objetivos específicos se establecieron inicialmente:

1. Explorar los conocimientos de acuerdo con el modelo TPACK (tecnológico, pedagógico y de contenido) que poseen tanto profesores y estudiantes matriculados en cursos de formación inicial que contribuyan a la enseñanza de la ciencia.

2. Analizar las percepciones de estudiantes normalistas respecto a la formación recibida en conocimientos disciplinares de la ciencia, didácticos y tecnológicos (TPACK), y a su contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en ciencias.

En este proyecto se asume que, en la enseñanza de la ciencia desde la formación inicial, no es suficiente el conocimiento de los últimos dispositivos tecnológicos, sino la intersección entre el conocimiento tecnológico, conocimiento pedagógico y conocimiento disciplinar para contribuir desde la formación docente al perfil dibujado desde el nuevo modelo educativo 2017.

En la revisión de las producciones teórico-metodológicas sobre el tema de la evaluación de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares en la formación inicial docente y la enseñanza de la ciencia, se encontraron diversos estudios basados en el modelo TPACK, donde se sistematizan aquellos relacionados con la validación de instrumentos evaluadores desde el modelo TPACK: *El modelo TPACK y la identificación de factores tecnológicos en la formación docente*; y *La enseñanza de la ciencia y la formación docente desde TPACK*.

En cuanto a los estudios relacionados con la *validación de instrumentos desde el modelo TPACK*, en este capítulo se mencionan tres de ellos. Schmidt, Baran, Thompson, Mishra, Koehler & Shin (2009) desarrollaron un instrumento diseñado para medir la autoevaluación de los maestros en prácticas de sus conocimientos tecnológicos y pedagógicos del contenido (TPACK), y los índices de confiabilidad obtenidos en cada una de las subescalas fluctúan entre 0.75 (CK) y 0.92 (TPCK). La encuesta se aplicó a 124 docentes y los resultados evidenciaron un instrumento confiable y válido para apoyar a educadores en el diseño de estudios longitudinales para evaluar el desarrollo de TPACK de los docentes en formación. Nordin & Ariffin (2016) coinciden en la identificación de indicadores favorables a través de la validación de un instrumento basado en el modelo TPACK para el uso eficaz de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje en un entorno de escuela secundaria de Malasia, donde los índices de confiabilidad obtenidos varían entre 0.79 (TPK) y 0.88 (PK). Su estudio se realizó a 150 profesores de preservicio matriculados en una universidad en Malasia.

Por otro lado, el trabajo de Pamuk, Ergun, Cakir, Yilmaz & Ayas (2013) valida un instrumento a partir de un trabajo de investigación, en el cual participaron en la primera fase 147 docentes en formación, y en la segunda fase, 882 estudiantes de una institución formadora de do-

centes en Turquía. Los resultados indican un índice de confiabilidad de 0.95 del instrumento completo. Además, se determinó que los puntajes obtenidos en las dimensiones de los conocimientos básicos (PK, CK, TK) del modelo tienen un impacto significativo en TPACK; sin embargo, los poderes predictivos provienen de las bases de conocimiento de segundo nivel (TCK, PCK, TPK). En otras palabras, los impactos directos de las bases de conocimiento centrales en el desarrollo de TPACK fueron menores que en las bases de conocimiento de segundo nivel.

En relación con los estudios referentes al *modelo TPACK* y la *identificación de factores tecnológicos en la formación docente*, se mencionan siete trabajos y sus hallazgos más relevantes. Guzey, Bilici, Kavak & Yamak (2013) desarrollaron un instrumento para determinar las creencias de autoeficacia de maestros en formación dentro del área de ciencias hacia TPACK. Los autores sostienen que las creencias de autoeficacia hacia la tecnología también juegan un papel clave en su integración en el salón de clases y están estrechamente vinculadas con las tecnologías que utilizan y la manera como las utilizan. Los resultados muestran que TPACK-SeS (*escala de autoeficacia del conocimiento de contenido pedagógico tecnológico*) puede servir como una herramienta valiosa para los maestros, educadores e investigadores en la evaluación de las creencias de autoeficacia del maestro de ciencias como preservicio hacia el TPACK.

Asimismo, en el estudio de Haydn (2014) se realiza un estudio comparativo para desarrollar ideas sobre cómo los cursos de formación inicial docente preparan para el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) de manera efectiva en la enseñanza. Esta investigación concluye que las capacitaciones deben enfocarse principalmente en la aplicación pedagógica específica de las TIC en vez de sesiones genéricas de TIC, así como avanzar hacia la transferencia de la formación inicial docente a las escuelas, y crear cambios radicales en la visión general del rol y el propósito de las nuevas tecnologías.

Haydn (2014) menciona que la próxima revisión del marco de competencias para las TIC en ITE (*initial teacher education*) podría centrarse más explícitamente en la necesidad de que los estudiantes hagan un uso efectivo de las TIC, *a*) al mejorar la motivación y la participación del alumno en el aprendizaje, y *b*) al adquirir y desplegar “recursos de impacto” para hacer puntos particulares sobre el aprendizaje de una manera poderosa y efectiva.

También se encontró un estudio de Özdemir (2016) donde se analizan los conocimientos en las dimensiones del modelo TPACK en 995 maestros en formación de los niveles preescolar y primaria. Esta in-

investigación cuantitativa se derivó por la dificultad detectada al integrar la tecnología en la educación por la falta de competencias de los docentes y maestros en preservicio para usar la tecnología. A partir de la aplicación de una escala basada en el modelo TPACK, se identificaron puntuaciones altas por parte de los participantes (TPK, TPACK), es decir, los docentes en formación se perciben con altas competencias para integrar la tecnología en situaciones de enseñanza. Según el grado cursado, no se detectaron diferencias estadísticas entre las puntuaciones medias de la dimensión o competencia, como le denominan estos autores, tecnológica-pedagógica y competencia TPACK. Se sugiere concretar esta evaluación a través de la observación de situaciones específicas de enseñanza.

A su vez, Harvey & Caro (2016) realizaron un estudio mixto que analiza la implementación del modelo TPACK para conocer y evaluar las habilidades de los docentes en formación con respecto al uso de las TIC. El objetivo de la investigación fue analizar y evaluar dos grupos de cinco docentes en formación con respecto a su conocimiento en las dimensiones TPACK. Para la obtención de datos cuantitativos se utilizó como instrumento una encuesta TPACK, así como una rúbrica para valorar planificaciones y un guion de preguntas de reflexión para la obtención de datos cualitativos. Estos instrumentos fueron aplicados a diez estudiantes de un programa de formación docente. Los resultados cuantitativos fueron positivos, al evidenciar diferencias estadísticas en el pre y postest en la dimensión del conocimiento del contenido o conocimiento disciplinar (CK) y conocimiento tecnológico (TK) para el grupo experimental. En el grupo control, la diferencia estadística se observó en la dimensión TPK o conocimiento pedagógico del contenido. Sin embargo, en el análisis de las planeaciones de clase no se identificó un manejo alto de los conocimientos TPACK. Tales datos fueron confirmados con la información obtenida en los grupos de reflexión.

Por su parte, Cabero *et al.* (2014) mencionan que el papel del profesor es importante para cualquier reforma e innovación educativa, y su formación es clave para garantizar cualquier puesta en acción. Los autores realizaron una investigación cuantitativa con 1368 profesores universitarios de 11 países latinoamericanos. En los resultados se encontró una fuerte tendencia en los profesores encuestados, que estaban realizando acciones formativas sobre temáticas educativas, a autovalorarse de forma positiva en todos los niveles de conocimiento del TPACK, lo que coincide con Agustín y Liliyasi (2017). Cabero *et al.* señalan la necesidad de cambiar la formación docente en TIC centrada prioritariamente en componentes tecnológicos.

Otro trabajo analizado fue el de Kihoza, Zlotnikova, Bada y Kalegele (2016), cuyo estudio examinó las características individuales de los docentes tutores y docentes en formación, con respecto al conocimiento del modelo TPACK. Los hallazgos de este estudio indicaron un bajo nivel en el uso de TIC por parte de los encuestados independientemente de su nivel de educación. De igual forma, los cuestionarios, entrevistas y observaciones revelaron oportunidades y desafíos enfrentados al implementar TIC pedagógicas como, por ejemplo, el propósito inicial planeado por el docente y su conocimiento sobre una variedad de herramientas tecnológicas para mejorar la eficacia de las prácticas de enseñanza.

Se identificó también el trabajo de Abbitt (2011), quien realizó un estudio cuantitativo a través de una encuesta en línea basada en TPACK. Fue una investigación dirigida a 45 maestros en formación, con el objetivo de evaluar la relación entre los conocimientos del modelo TPACK y las creencias que se tienen de él. El conocimiento y las creencias sobre las propias habilidades pueden influir en el éxito de los profesores en prácticas al comenzar su carrera como educadores. El marco de TPACK proporciona una estructura valiosa para la preparación del docente y las formas en que la tecnología crea nuevas dinámicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las creencias de los maestros en formación sobre su capacidad para utilizar este conocimiento en el entorno del aula proporcionan una medida que puede ayudar a evaluar el éxito de la preparación del docente para la integración tecnológica (Abbitt, 2011).

En esta reconfiguración necesaria en los docentes respecto a reflexionar sobre sus prácticas de enseñanza y aprendizaje, así como sobre el sentido de la incorporación de la tecnología en el aula, se ubica también el trabajo desarrollado por Niess (2016). A través de un estudio de caso, se propuso indagar sobre las trayectorias de aprendizaje en línea para guiar a los docentes en formación hacia la indagación, la colaboración y la comunicación con tecnología múltiple y transformando a su vez sus conocimientos TPACK. Los hallazgos revelaron tres temas importantes: **1.** la trayectoria en línea es multifacética; **2.** la tecnología es tema crítico de la trayectoria del aprendizaje del contenido; **3.** las actividades y experiencias diseñadas son importantes al promover en los docentes en formación conocimientos para la enseñanza con tecnología. Se concluye entonces que el desarrollo de un sistema pedagógico con uso de tecnología requiere de acciones propositivas en el diseño de cursos y actividades mediadas donde interactúen tres dimensiones: la enseñanza, lo social y lo cognitivo.

Por otro lado, más allá de la mira en el docente, el tema de soporte emerge en los estudios de caso valorados por Janssen y Lazonder (2016). Los autores refieren que el modelo TPACK no incluye los tipos de ayuda que requiere un docente para integrar a la pedagogía, el contenido y la tecnología durante su planificación y su intervención docente. Aun cuando los docentes estén todavía en formación, el soporte debe estar ubicado dentro de la zona de desarrollo próximo. Los hallazgos muestran que el tipo de apoyo que integra las tres dimensiones TPACK es más efectivo que el apoyo por separado.

Desde la perspectiva de la educación especial, se identificó un estudio que indaga el impacto del modelo TPACK en la percepción de autoeficacia docente para enseñar a todos los alumnos (Benton-Borghí, 2016). La autora menciona que el modelo TPACK en sí mismo no apoya al conocimiento para dar respuesta al estudiantado y atender sus necesidades educativas; por ello, anexa como modelo esencial el *diseño universal de aprendizaje* (DUA), como paradigma de enseñanza que garantice el aprendizaje para todos (UNESCO, 2013). A partir de un método mixto, participaron 54 estudiantes de docencia en la aplicación de tres cuestionarios (con un rango de alpha de Cronbach de 0.82 a 0.96) y cuatro estudiantes participaron en entrevistas semiestructuradas. Las entrevistas apoyan resultados positivos del impacto del modelo DUA-TPACK en la autoeficacia y confianza para enseñar. Estadísticamente no se comprobó que la muestra de 54 docentes fuera representativa. La autora añade el comentario de que existe la posibilidad de que la respuesta de los estudiantes no sea totalmente honesta.

De los estudios anteriores que se mencionaron referentes al *modelo TPACK y la identificación de factores tecnológicos en la formación docente*, se analizaron cinco aspectos principales que denotan la complejidad del tema y las multivariantes que emergen: la influencia de las creencias y percepciones docentes en el uso pedagógico de la tecnología; la relación entre la dificultad al integrar la tecnología en la educación y la falta de competencias de los docentes en su manejo; la incertidumbre respecto a la autovaloración positiva o deshonestas en la aplicación de instrumentos TPACK; el vacío investigativo respecto al soporte institucional o acciones propositivas en el diseño de clases para facilitar la integración de la tecnología desde el modelo TPACK; y la integración del modelo TPACK con otros constructos como sistemas pedagógicos, autoeficacia docente y diseño universal de aprendizaje.

Respecto a *la enseñanza de la ciencia y la formación docente desde TPACK*, existe un área de investigación para profundizar en este subapartado. En un primer momento se encontraron estudios ubicados en población universitaria como el de Yi Fen, Ying Shao, Hsin Kai, Fu Kwun y Tzu Chiang (2014), quienes investigaron cómo influye la aplicación del método TPACK en la enseñanza de distintas ciencias. En este estudio participaron 15 estudiantes de nivel superior y 39 maestros de ciencia, como Química, Ciencias de la Tierra, Biología y Física. Los resultados determinaron que la inclusión de las TIC, tanto en docentes como en estudiantes, resultó benéfica para la comprensión del conocimiento del contenido (CK), así como para el uso y la percepción de las TIC por parte de los docentes.

En este continuo fue importante seleccionar aquellos estudios ubicados en la formación inicial docente sobre *la enseñanza de la ciencia* desde la perspectiva TPACK. Agustín y Liliasari (2017) desarrollaron un trabajo investigativo-descriptivo con la finalidad de obtener una visión del conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK) en maestros en formación dentro del área de ciencias en Indonesia. El análisis de los datos obtenidos fue a través de técnicas cuantitativas y cualitativas. Aunque se identifican auto-percepciones con puntajes altos sobre el conocimiento pedagógico del contenido (PCK) y el conocimiento tecnológico (TK), se reconoce como un objeto de estudio complejo y se recomienda el análisis más profundo que implique las planeaciones de clase y las construcciones que realiza el docente.

Alayyar, Fisser & Voogt (2012) evaluaron la funcionalidad de un seminario en la formación de TPACK, y los efectos del apoyo presencial y mixto. Para la recopilación de datos se utilizaron seis instrumentos que fueron aplicados a 78 docentes en formación en el área de ciencias. Los estudiantes participantes mostraron mejoras significativas de puntaje en los conocimientos evaluados por TPACK: habilidades y actitudes hacia las TIC. El apoyo durante el diseño de la enseñanza de la ciencia es importante, especialmente cuando integra la tecnología. Los estudiantes que recibieron apoyo presencial y en línea mostraron más ganancia en actitudes hacia las TIC, conocimiento tecnológico y conocimiento tecnopedagógico. En las otras dimensiones no existieron diferencias significativas, así como tampoco en sus niveles de ansiedad y frustración ante la tecnología ni en habilidades tecnológicas.

Por otro lado, el trabajo de Günes y Bahçivan (2016) se centró en el conocimiento de contenido pedagógico tecnológico (TPACK)

y sus conexiones con el sistema de creencias en un contexto de enseñanza de ciencias. El objetivo principal fue investigar, mediante un estudio de caso múltiple, los efectos de las creencias de los profesores en formación sobre ciencia en su nivel de TPACK. Los datos se recopilieron mediante entrevistas semiestructuradas individuales y planes de lecciones de los profesores y fueron aplicados a 55 docentes de ciencias en formación. Los resultados señalaron una relación positiva entre la confianza TPACK de profesores y el nivel de TPACK. Los sistemas de creencias de los profesores de ciencia se relacionan consistentemente con sus niveles de TPACK: concepciones tradicionales acerca de enseñar y aprender ciencia se relacionan con niveles bajos de TPACK, concepciones constructivistas, así como construcciones personales dirigidas a la autonomía se relacionaron con altos niveles de TPACK. Sin embargo, de manera contradictoria se halló que una epistemología sofisticada acerca de la enseñanza y del aprendizaje en general no se relaciona con un nivel alto TPACK (Günes & Bahçivan, 2016).

Es en este tercer subtema referente a *la enseñanza de la ciencia y la formación docente* que se identifica como aspecto principal la relevancia de la integración de la tecnología en la enseñanza de las ciencias y la planeación de actividades relacionadas con ella, tomando como punto central el modelo TPACK. De esta manera, se visualiza una práctica compleja multivarial para indagar los conocimientos tecnológicos en el perfil profesional de los docentes en formación, tal y como se señaló en el trabajo de Barajas & Cuevas (2017). Se amplía la mirada para indagar la percepción, las creencias, los conceptos que subyacen en los docentes en formación hacia el uso de las TIC y el grado de formación con respecto a su utilización como materia prima para incidir en la incorporación significativa de las TIC en el aula (Almenara, Osuna & Cejudo, 2010).

El modelo TPACK se ubica como un modelo valioso que se ha estudiado en diversas partes del mundo y cuenta con instrumentos validados en población de estudiantes en formación docente. Aunado a ello existen autores que recomiendan su análisis a partir de la observación de situaciones concretas, así como de la reflexión del docente sobre su enseñanza. Si bien el modelo implica tres dimensiones y sus correspondientes intersecciones, emergen condiciones cognitivas subyacentes, así como epistemológicas, motivacionales y de orden institucional, que sitúan el tema de la enseñanza de la ciencia desde el modelo TPACK como un objeto de estudio complejo, pero igualmente interesante y significativo, para dar continuidad en el contexto de las escuelas normales de México.

Referencias

- Abbitt, J. T. (2011). An Investigation of the Relationship between Self-Efficacy Beliefs about Technology Integration and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) among Preservice Teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. doi.org/10.1080/21532974.2011.10784670
- Agustin, R. R. & Liliyasi, L. (2017). Investigating Pre-Service Science Teachers (PSTs)' Technological Pedagogical Content Knowledge Through Extended Content Representation (CoRe). En *Journal of Physics: Conference Series*. doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012103
- Alayyar, M., Fisser, G. & Voogt, J. (2012). Developing technological pedagogical content knowledge in pre-service science teachers: Support from blended learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(8), 1298-1316.
- Almenara, J. C., Osuna, J. B. & Cejudo, M. C. L. (2010). El diseño de entornos personales de aprendizaje y la formación de profesores en TIC. En *Digital Education Review*. doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1111.34
- Barajas, L. & Cuevas, O. (2017). Adaptación del modelo TPACK para la formación del docente universitario. En *Congreso Nacional de Investigación Educativa*. San Luis Potosí.
- Benton-Borghi, B. H. (2016). Universal Design for Learning (UDL) Infused Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Model Prepares Efficacious 21st-Century Teachers. En Herring, M., Koheler, M., Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 143-166). Nueva York: Routledge.
- Bonil, J. & Márquez, C. (2009). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? Implicaciones para su formación. *Revista de Educación*, 354, 447-472.
- Cabero, J., Barroso, J., Cadena, A., Castaño, C., Cukieman, U., Llorente, C. & Puentes, A. (2014). *La formación del profesorado en TIC: Modelo TPACK*. Sevilla: Publidisa.
- Cabero, Julio, Roig, R. & Mengual, S. (2017). Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares de los futuros docentes según el modelo TPACK. *Digital Education Review*, pp. 32, 73-84.
- Cejas, R. & Navío, A. (2016). Las competencias tecnológico pedagógicas del contenido (TPACK) del profesorado. El caso de la Universitat Autònoma de Barcelona. En *Educación y tecnología. Propuestas desde la investigación y la innovación educativa*, p. 293. España: Octaedro.

- De-Juanas, A., Martín, R. & González, M. (2016). Competencias docentes para desarrollar la competencia científica en educación primaria. *Bordón, Revista de Pedagogía*, 68(2). doi.org/10.13042/Bordon.2016.68207
- Flores, F. (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. México.
- Günes, E. & Bahçivan, E. (2016). A multiple case study of preservice science teachers' TPACK: Embedded in a comprehensive belief system. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(15), 8040-8054.
- Harvey, D. M. & Caro, R. (2016). Building TPACK in Preservice Teachers Through Explicit Course Design. *TechTrends*, 61(2), pp. 106-114. doi.org/10.1007/s11528-016-0120-x
- Haydn, T. (2014). How do you get pre-service teachers to become 'good at ICT' in their subject teaching? The views of expert practitioners. *Technology, Pedagogy and Education*. doi.org/10.1080/1475939X.2014.892898
- Kihoza, P., Zlotnikova, I., Bada, J. & Kalegele, K. (2016). Classroom ICT integration in Tanzania: Opportunities and challenges from the perspectives of TPACK and SAMR models. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 12(1), 107-128. doi.org/10.1007/978-1-4614-9129-3
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9, 60-70. doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009
- Koehler, M., Mishra, P. & Cain, W. (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), 13-19.
- Linuesca, M. C. (2012). Diseñar el currículum: Preveer y representar la acción. En G. Sacristán, R. Feito, P. Perrenoud & M. C. Linuesca (Eds.), *Diseño, desarrollo e innovación del currículum* (pp. 13-24). México: Morata.
- Niess, M. (2016). Transforming Teachers' Knowledge for Teaching With Technologies: An Online Learning Trajectory Instructional Approach. En Herring, M., Koheler, M., Mishra, P. (Eds). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 131-142). Nueva York: Routledge.
- Nordin, H. & Ariffin, T. F. T. (2016). Validation of a technological pedagogical content knowledge instrument in a Malaysian secondary school context. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, pp. 13, 1-24.

- Özdemir, M. (2016). An Examination of the Techno-pedagogical Education Competencies (TPACK) of Pre-service Elementary School and Preschool Teachers. *Journal of Education and Training Studies*, 4(10), 70-78. doi.org/10.11114/jets.v4i10.1816
- Pamuk, S., Ergun, M., Cakir, R., Yilmaz, H. B. & Ayas, C. (2013). Exploring relationships among TPACK components and development of the TPACK instrument. *Education and Information Technologies*. doi.org/10.1007/s10639-013-9278-4
- Pendergast, E., Lieberman-Betz, R. G. & Vail, C. O. (2015). Attitudes and Beliefs of Prekindergarten Teachers Toward Teaching Science to Young Children. *Early Childhood Education Journal*, 45(1), 43-52. doi.org/10.1007/s10643-015-0761-y
- Peña, G. & Viña, A. (2001). *Análisis de las creencias de algunos docentes de educación inicial con referencia al enseñar*. Cuadernos de investigación educativa. Universidad ORT Uruguay. 1(9) Vol 1, 7-21. Recuperado de: http://www.ort.edu.uy/ie/pdf/CUAD_9.pdf
- Prendes Espinosa, M. & Porlán Gutiérrez, I. (2013). Competencias tecnológicas del profesorado en las universidades españolas. *Revista de Educación*. doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-361-140
- Schmidt-Crawford, D. A., Shu-Ju, D. T., Wei, W. & Yi, J. (2016). Understanding Teachers' TPACK Through Observation. En Herring, M., Koheler, M., Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 107-118). Nueva York: Routledge.
- Secretaría de Educación Pública (2017). *Nuevo Modelo Educativo*. Gobierno de México.
- Sheffield, R., Dobozy, E., Gibson, D., Mullaney, J. & Campbell, C. (2015). Teacher Education Students using TPACK in Science: a Case Study. *Educational Media International*, 52(3), 227-238. doi.org/10.1080/09523987.2015.1075104
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. doi.org/10.3102/0013189X015002004
- (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*. 57 (1), 1987, pp. 1-22.
- Yi Fen, Y., Ying Shao, H., Hsin Kai, W., Fu Kwun, H. & Tzu Chiang, L. (2014). Developing and validating technological pedagogical content knowledge-practical (TPACK-practical) through the Delphi survey technique. *British Journal of Educational Technology*, 45(4), 707-722. doi.org/10.1111/bjet.12078

CAPÍTULO

5

El proceso metodológico del proyecto

Berenice Morales González¹
Brenda Luz Colorado Aguilar²

Este capítulo desglosa los elementos metodológicos que guiaron el desarrollo de la investigación. Se hacen explícitos los objetivos general y específicos, los participantes y los instrumentos utilizados para la recolección de datos, así como el procedimiento realizado desde las perspectivas tanto cuantitativa como cualitativa. Se presenta el instrumento completo como anexo.

El objetivo general del proyecto que dio motivo a este libro fue evaluar la articulación de los conocimientos, pedagógicos y de contenido disciplinar, para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial docente. Se propusieron los siguientes objetivos específicos:

1. Explorar los conocimientos de acuerdo con el modelo TPACK (tecnológico, pedagógico y de contenido) que poseen tanto profesores como estudiantes matriculados en cursos de formación inicial que contribuyan a la enseñanza de la ciencia.
2. Analizar las percepciones de estudiantes normalistas con respecto a la formación recibida en conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares de la ciencia (TPACK) y su contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en ciencias.

Para lograr dichos objetivos, esta investigación se reconoce como estudio mixto de alcance correlacional. Desde la perspectiva cuantitativa, se consideró como tipo de investigación *expost-facto* para confirmar las hipótesis de trabajo: **1.** La percepción de conocimientos TPACK de los profesores se relaciona con la percepción identificada por sus alumnos ubicados en cursos seleccionados de segundo a séptimo semestre. **2.** A mayor percepción de dominio de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido en normalistas, mayor contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en ciencias.

Respecto a la primera hipótesis, se considera que si bien docentes y alumnos poseen diferentes trayectorias en cuanto a la construcción de sus conocimientos TPACK, es probable que si un docente de un curso específico considera que, por ejemplo, usa la tecnología para aprender

¹ Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos por la Universidad Veracruzana. Profesora en la Licenciatura en Educación Especial de Catedrática de la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del Cuerpo Académico Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2). E-mail: berenice.morales.g@gmail.com

² Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos por la Universidad Veracruzana. Profesora en la Licenciatura en Educación Preescolar de la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del Cuerpo Académico Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2). E-mail: brendaluzcolorado@gmail.com

nuevas cosas, se puede presumir que sus alumnos también tengan esa percepción respecto al uso de la tecnología en ese mismo curso.

Participaron en este estudio docentes y alumnos normalistas de dos escuelas normales del estado de Veracruz, durante el ciclo escolar 2017-2018. Una de ellas fue la Benemérita Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen” (BENV) ubicada en la ciudad de Xalapa, en tanto que la otra fue el Centro Regional de Educación Normal (CREN) “Dr. Gonzalo Aguirre Beltrán” del municipio de Tuxpan. El universo se conformó de 416 docentes por parte de la BENV y de 46 docentes del CREN. En cuanto a estudiantes, se considera un universo de 1321 estudiantes matriculados en la BENV (2016) y de 456 estudiantes matriculados en el CREN. En la recopilación de datos cuantitativos se contempló una muestra por conveniencia conformada por 84 docentes de licenciaturas de educación primaria, preescolar y especial de ambas escuelas normales y sus alumnos correspondientes. En el caso de que un maestro hubiera sido titular en más de un curso seleccionado, aquél se evaluó por curso impartido.

En la recolección de datos cualitativos se consideraron inicialmente cinco alumnos de octavo semestre de cada institución, que cursaran la licenciatura en Educación Primaria, Preescolar y Especial, haciendo un total de 30 estudiantes normalistas en las dos escuelas participantes.

La recolección de datos cuantitativos se organizó según 23 cursos relacionados con la enseñanza de la ciencia, los cuales se distribuyeron por licenciatura y trayectos formativos. Esta decisión se tomó aun cuando la licenciatura de Educación Especial todavía aplicaba el plan de estudios 2004, sin curso curricular alguno relacionado con la ciencia, y cuyo plan de estudios no se organizaba por trayectos, a diferencia de los planes de educación primaria y preescolar (2018). Por lo anterior, también se consideraron en el caso de la BENV cursos extracurriculares relacionados con la temática (tabla 5-1).

Para corroborar las dos hipótesis planteadas se diseñó, validó y aplicó una encuesta de autorreporte que mide la percepción de los estudiantes en formación inicial con respecto a sus dominios tecnológicos, pedagógicos y de contenido disciplinar, que contribuyen al diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia en educación básica. Al instrumento se le denominó *escala de evaluación de conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido* para la enseñanza de la ciencia y está dirigido a estudiantes de escuelas normales. Específicamente se aplicó a alumnos y docentes de las licenciaturas en Educación Primaria, Preescolar y Especial. El análisis estadístico arroja un indicador de alpha de Cronbach de 0.98 para las dos

Tabla 5-1 Participantes del proyecto organizados por licenciatura, trayectos y cursos.

Trayectos formativos	Licenciatura Educación Primaria (2018)	Licenciatura Educación Preescolar (2018)	Licenciatura Educación Especial (2004)
Preparación para la enseñanza y el aprendizaje (los relacionados con Ciencias Naturales)	Acercamiento a las Ciencias Naturales Ciencias Naturales	Exploración del Medio Natural en el Preescolar Acercamiento a las Ciencias Naturales	(Sin datos)
Lengua adicional y tecnología	La tecnología informática aplicada a los centros escolares.	La tecnología informática aplicada a los centros escolares.	Taller complementario de creación de material digital de apoyo.
Cursos optativos	Educación ambiental para la sustentabilidad	(Sin datos)	Taller complementario de Educación Ambiental para la Sustentabilidad
Trayecto de práctica profesional	Estrategias de trabajo docente Iniciación al trabajo docente Trabajo docente e Innovación Proyectos de innovación socioeducativa Práctica profesional	Estrategias de trabajo docente Iniciación al trabajo docente Trabajo docente e Innovación Proyectos de innovación socioeducativa Práctica profesional	Observación y Práctica Docente I Observación y Práctica Docente II Observación y Práctica Docente III Observación y Práctica Docente IV

escalas que conforman el instrumento, dato significativo para considerarlo un instrumento robusto a utilizarse en futuros docentes. El proceso de validación se explica en el siguiente capítulo.

El instrumento consta de 11 subescalas organizadas en dos escalas: escala TPACK y escala de situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia. Cada una de ellas tiene un objetivo y se encuentra conformada, a su vez, por otras subescalas, que a continuación se mencionan (vea el apéndice 1, al final del capítulo).

- a) *Escala TPACK*. Busca indagar los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido relacionados con la exploración y comprensión del medio natural que poseen los profesores en un determinado curso de formación inicial docente (traducción y

adaptación del instrumento aplicado en Turquía de Pamuk *et al.*, 2013), y se compone de siete subescalas, en tanto vinculaciones posibles entre los tres tipos de conocimiento.

- b) *Escala de situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia*. Pretende identificar las percepciones de alumnos normalistas sobre la enseñanza de la ciencia y su contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en ciencias naturales. Para ello se consideraron cuatro subescalas: creencias hacia la enseñanza de la ciencia (adaptada de Pendergast, Lieberman-Betz & Vail, 2015); diseño de situación didáctica; intervención didáctica; y evaluación de los aprendizajes (adaptadas a partir de los perfiles, parámetros e indicadores para docentes en educación básica, específicamente de licenciatura en Educación Preescolar y Primaria, propuestos por la SEP, 2016-2017).

Los diferentes tipos de conocimientos que poseen tanto profesores como estudiantes se exploraron mediante el uso de estadísticas descriptivas a través del software SPSS. Como los datos no cumplieron con el criterio de normalidad, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para verificar si las muestras recopiladas de los profesores y alumnos son iguales o diferentes en términos de su percepción de conocimientos TPACK.

Para comprobar la segunda hipótesis (“A mayor percepción de dominio de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido en normalistas, mayor contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en ciencias”), se crearon dos nuevas variables: **1. TPACK**, como la suma de los factores de conocimientos incluidos en la escala TPACK, y **2. DIE** (diseño, intervención y evaluación) como la suma de los factores de conocimiento que están incluidos en la escala de situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia). Es importante destacar que a partir del análisis cuantitativo se consideró como una tercera variable a las creencias con respecto a la enseñanza de las ciencias (CREE). A partir de los promedios obtenidos en cada subescala, se realizaron gráficos de correlaciones para medir el grado de covariación entre las distintas variables (TPACK, DIE, CREE) mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

Desde la perspectiva cualitativa, se considera epistemológicamente constructivista (Guba & Lincoln, 1994) tendiente a la comprensión de las construcciones que las personas elaboran (incluido el investigador). Se ha seleccionado el estudio de caso como *método cualitativo* orientado a profundizar en el segundo objetivo: analizar las percepciones de

estudiantes normalistas (de octavo semestre) con respecto a la formación recibida en conocimientos disciplinares de la ciencia, didácticos y tecnológicos (TPACK), así como su contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en ciencias.

A partir de los elementos del modelo TPACK, se construyó un marco comprensivo que permitió identificar inicialmente ciertas dimensiones a profundizar constructivamente en la percepción de alumnos sobre sus conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares en el diseño, intervención y evaluación de la enseñanza de la ciencia. A partir de este trabajo se diseñó un guion de preguntas aplicado a través de la técnica de *focus group*, en la que participaron alumnos de octavo semestre de las tres licenciaturas participantes en ambos centros escolares. El análisis cualitativo de los datos se realizó con base en la teoría fundamentada. De acuerdo con Strauss & Corbin (2002), la teoría emana de la propia recolección de datos y su análisis, estableciendo una relación estrecha. En ese sentido, se generan mayores conocimiento y comprensión de la realidad que se investiga, proporcionando así una guía significativa que marca pautas para la acción.

Los datos cualitativos recopilados fueron analizados mediante la técnica de análisis de contenido con el apoyo del software MaxQDA Analytic Pro-versión 2018.2, lo cual permitió identificar códigos o temáticas consistentes y significativas (Patton, 2002), con respecto a las percepciones que tienen los alumnos de octavo semestre de su formación científica, pedagógica y tecnológica recibida en la normal y su contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia en servicios de educación básica.

Para abonar a la confirmabilidad del estudio (Izcara, 2014), se realizó una devolución de información con participantes, además de utilizar una función del MaxQDA llamado *acuerdo intercódigo*. Esta actividad permitió a un tercer investigador comparar la existencia o no de códigos y obtener así un índice de coincidencia aceptable.

ANEXO

|

**Encuesta para
medir los
conocimientos
tecnológicos,
pedagógicos y
disciplinarios para
la enseñanza
de la ciencia**

Objetivo del instrumento: Evaluar las percepciones respecto a los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido que contribuyan a la enseñanza de la ciencia.

Dirigido a: Estudiantes matriculados en escuelas normales, de las licenciaturas de Educación Primaria, Preescolar y Especial.

Estructura: El instrumento consta de 11 subescalas organizadas en dos escalas:

- a) *Escala TPACK*. Busca indagar los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido relacionados con la exploración y comprensión del medio natural que poseen los profesores en un determinado curso de formación inicial docente (traducción y adaptación del instrumento aplicado en Turquía de Pamuk *et al.*, 2013); se compone de siete subescalas, en tanto vinculaciones posibles entre los tres tipos de conocimiento.
- b) *Escala de situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia*. Pretende identificar las percepciones de alumnos normalistas sobre la enseñanza de la ciencia y su contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en ciencias naturales. Para ello se consideraron cuatro subescalas: creencias hacia la enseñanza de la ciencia (adaptada de Pendergast *et al.*, 2015); diseño de situación didáctica; intervención didáctica; y evaluación de los aprendizajes (adaptadas a partir de los perfiles, parámetros e indicadores para docentes en educación básica, específicamente de licenciatura en Educación Preescolar y Primaria, propuestos por la SEP, 2016-2017).

Índice de confiabilidad: Alpha de Cronbach 0.98

Escala *Likert* con las opciones: muy en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo o muy de acuerdo.

Instrucciones para alumnos:

Estimada(o) alumna(o): Recibe nuestro agradecimiento por participar en esta actividad. El presente cuestionario busca identificar tus percepciones con respecto a tu formación en conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares de la ciencia (TPACK), en un curso determinado, y su contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en ciencias. El instrumento consta de 11 secciones, cada una de ellas con una instrucción que es necesario que leas y respondas de

la forma más sincera, según las prácticas de enseñanza y aprendizaje a partir de un curso determinado que el aplicador te informará. El tiempo aproximado para contestar las 70 preguntas es de 15 minutos.

Ítems:

a) Escala TPACK	
Subescala	Ítem
1	Conocimiento tecnológico (TK). En mi práctica docente:
	1. Tengo disponibilidad para aprender el uso de la tecnología.
	2. La tecnología me permite resolver problemas de manera fácil.
	3. Se cómo encontrar ayuda en aspectos tecnológicos.
	4. Tengo suficiente conocimiento y experiencia con la tecnología más actual.
	5. Puedo ayudar a mis amigos a usar diferentes tecnologías.
	6. Uso regularmente tecnologías para propósitos diversos (comunicarme, escribir, navegar en internet, etcétera)
	7. Uso herramientas tecnológicas en mi tiempo libre.
2	Conocimiento del contenido (CK). Cuando enseño acerca de ciencias:
	8. Sé seleccionar el tema a tratar.
	9. Sé conceptos básicos como fórmulas y definiciones.
	10. Comprendo la estructura (organización) de los temas que enseño.
	11. Puedo presentar el mismo tema o contenido en diferentes niveles cognitivos.
	12. Puedo explicar detalles de conceptos, fórmulas y definiciones.
	13. Adecuo el conocimiento para explicar las relaciones entre diferentes conceptos de un tema.
	14. Puedo explicar por qué un determinado tema es importante.
3	Conocimiento pedagógico (PK). Con respecto a mi conocimiento pedagógico, en la práctica docente:
	16. Uso diferentes enfoques didácticos para enseñar.
	17. Selecciono estilos de enseñanza de acuerdo con el contexto o los conocimientos previos de los estudiantes.
	18. Utilizo herramientas para evaluar el aprendizaje de los estudiantes.
	19. Puedo motivar a los estudiantes para interesarse en el contenido.
	20. De manera individual o en grupo, planeo actividades de aprendizaje efectivas.
	21. Tengo el conocimiento de estrategias didácticas de aprendizaje y de enseñanza.
	22. Conozco diferentes componentes de la enseñanza (por ejemplo: evaluación, instrucción)

4	<p>Conocimiento pedagógico del contenido (PCK). En el ámbito de la enseñanza de las ciencias:</p> <p>23. Desarrollo planes de enseñanza de un tema específico de la ciencia.</p> <p>24. Seleccione contenidos de aprendizaje, de acuerdo con el nivel cognitivo de los estudiantes.</p> <p>25. Puedo enseñar el mismo tema de acuerdo con diferentes niveles cognitivos de los estudiantes.</p> <p>26. Puedo identificar diferentes creencias o errores conceptuales en los estudiantes.</p> <p>27. Puedo ajustar mi enseñanza acorde con el nivel de facilidad o dificultad para aprender temas específicos.</p> <p>28. Ante temas complejos encuentro apoyos didácticos para explicarlos y favorecer su comprensión.</p> <p>29. Puedo usar diferentes enfoques y métodos para representar un determinado contenido de aprendizaje.</p> <p>30. Empleo enfoques alternativos de enseñanza según niveles de conocimiento de los estudiantes.</p> <p>31. Tengo el conocimiento suficiente para transformar creencias erróneas de mis estudiantes.</p> <p>32. Puedo estimular el pensamiento analógico (ejemplos, demostraciones) para apoyar el aprendizaje de los estudiantes.</p>
5	<p>Conocimiento tecnológico pedagógico (TPK). Con respecto a mi conocimiento pedagógico y tecnológico, utilizo la tecnología en mi práctica docente para:</p> <p>33. Evaluar el aprendizaje de los estudiantes.</p> <p>34. Identificar diferencias individuales entre los estudiantes (preferencias de aprendizaje, conocimientos previos, nivel académico).</p> <p>35. Mejorar mi enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes.</p> <p>36. Trabajar en clase las diferencias individuales entre los estudiantes.</p> <p>37. Promover estrategias de enseñanza desafiantes y auténticas.</p> <p>38. Enriquecer diferentes aspectos de la enseñanza (con lecturas, ejemplos, evaluaciones)</p> <p>39. Involucrar a los estudiantes con el contenido.</p> <p>40. Motivar a los estudiantes para colaborar con sus pares.</p> <p>41. Promover en los estudiantes la reflexión sobre su propio aprendizaje.</p> <p>42. Determinar diferentes elementos de la enseñanza (por ejemplo, en el diseño, motivación, evaluación) que podrían estar apoyados por la tecnología.</p>

6	<p>Conocimiento tecnológico y de contenido (TCK). Cuando enseño ciencias, empleo la tecnología para:</p> <p>43. Presentar el contenido de diferentes maneras.</p> <p>44. Enriquecer el contenido a enseñar.</p> <p>45. Demostrar hechos, conceptos y principios del tema.</p> <p>46. Acceder a recursos informativos adicionales que de otra manera no serían posibles.</p> <p>47. Proveer a los estudiantes oportunidades para explorar el contenido por ellos mismos desde su propio ritmo de aprendizaje.</p> <p>48. Apoyar a los estudiantes hacia una investigación más profunda de los contenidos, conceptos y sus relaciones con otras asignaturas.</p> <p>49. Promover en diferentes formas el contenido a enseñar.</p>
7	<p>Conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido (TPCK). Cuando enseño ciencias, empleo la tecnología para:</p> <p>50. Enseñar contenidos específicos con diferentes enfoques didácticos en un determinado contexto.</p> <p>51. Facilitar el aprendizaje de un contenido.</p> <p>52. Promover que los estudiantes reconozcan el impacto positivo en el aprendizaje de un tema específico.</p> <p>53. Organizar la enseñanza y el aprendizaje de contenidos específicos.</p> <p>54. Seleccionar una tecnología específica para la enseñanza de un contenido determinado.</p> <p>55. Llevar al aula experiencias de la vida real, ejemplos y analogías dentro de un tema.</p> <p>56. Identificar diferencias individuales de aprendizaje en la comprensión de un determinado contenido.</p> <p>57. Facilitar la comprensión de un tema de acuerdo con los conocimientos previos de los estudiantes.</p> <p>58. Apoyar a los estudiantes a comprender el valor que la tecnología trae al salón de clases.</p> <p>59. Favorecer oportunidades a cada uno de los estudiantes en el salón de clases para contribuir en las actividades de aprendizaje.</p>

b) Escala de situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia	
8	Creencias hacia la enseñanza de la ciencia. En mi práctica docente:
	60. El aprendizaje de las ciencias naturales es importante y por ello planeo varias actividades.
	61. Las actividades relacionadas con el mundo natural son disfrutables para alumnos y maestro.
	62. Las actividades de exploración del mundo natural ayudan a fomentar el interés de los estudiantes por la ciencia.
	63. Los estudiantes son capaces de preguntar sobre principios científicos o fenómenos que no puedo contestar.
	64. La enseñanza de las ciencias favorece la comprensión sobre fenómenos, procesos naturales y su aplicación en situaciones diversas.
9	Diseño de situación didáctica. Las actividades desarrolladas en este curso contribuyen a:
	65. Identificar las características de los alumnos de nivel básico para organizar intervenciones docentes en la enseñanza de la ciencia.
	66. Diseñar situaciones didácticas acordes con los aprendizajes esperados, las necesidades educativas de los alumnos y los enfoques de la enseñanza de la ciencia.
10	Intervención didáctica. Las actividades desarrolladas en este curso contribuyen a:
	67. Realizar intervenciones docentes en educación básica acordes con los aprendizajes esperados, necesidades educativas de los alumnos y enfoques didácticos para favorecer la enseñanza de la ciencia.
	68. Emplear recursos didácticos, incluyendo las tecnologías de la información y comunicación disponibles en el contexto, para promover la enseñanza de la ciencia.
11	Evaluación de los aprendizajes. Las actividades desarrolladas en este curso contribuyen a:
	69. Emplear estrategias, técnicas e instrumentos de evaluación para clarificar el nivel de logro de los aprendizajes de cada uno de los estudiantes en la enseñanza de la ciencia.
	70. Emplear los resultados de la evaluación para mejorar las prácticas docentes en educación básica relacionadas con la enseñanza de la ciencia.

Referencias

- Guba, E. & Lincoln, Y. (1994). *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA.: Sage.
- Pamuk, S., Ergun, M., Cakir, R., Yilmaz, H. B. & Ayas, C. (2013). Exploring relationships among TPACK components and development of the TPACK instrument. *Education and Information Technologies*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9278-4>
- Patton, M. Q. (2002). Qualitative analysis and interpretation. En *Qualitative research & evaluation methods*. (p. 598). doi.org/10.2307/330063
- Secretaría de Educación Pública. (2016). *Perfil, parámetros e indicadores para docentes y técnicos docentes. Ciclo escolar 2016-2017*. Recuperado de: http://servicioprofesionaldocente.sep.gob.mx/portal-docente-2014-2018/content/ba/docs/2016/ingreso/PPI_INGRESO_BASICA_2016.pdf
- Strauss, A. & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín: Universidad de Antioquia.

CAPÍTULO

6

**Confiabilidad y
validez de las escalas
integradas TPACK y
situaciones didácticas
para la enseñanza
de la ciencia, una
argumentación
cuantitativa**

Claudio Rafael Castro López¹
Alma Janett Tenorio Aguirre²
María de Jesús Barradas Guevara³

Los objetivos del cuestionario sobre conocimientos tecnológicos, disciplinares y pedagógicos son: **1.** explorar los conocimientos de acuerdo con el modelo TPACK (tecnológico, pedagógico y de contenido), que poseen tanto profesores y estudiantes matriculados en cursos de formación inicial que contribuyan a la enseñanza de la ciencia; **2.** analizar las percepciones de los docentes y estudiantes normalistas con respecto a la formación en conocimientos disciplinares de la ciencia, didácticos y tecnológicos (TPACK) en un curso determinado, así como su contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en ciencias.

Cuando se diseñan cuestionarios sobre algún tema específico, es importante comprobar que los datos obtenidos de ellos reflejen información confiable y válida. El propósito de este capítulo es mostrar la metodología utilizada para analizar la confiabilidad y la validez del instrumento que integra dos escalas: la escala TPACK que busca indagar los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido relacionados con la exploración y comprensión del medio natural que poseen los profesores en un determinado curso de formación inicial docente (el instrumento compuesto de siete subescalas es una traducción y adaptación del instrumento aplicado en Turquía [Pamuk, Ergun, Cakir, Yilmaz & Ayas, 2013]); y la escala *situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia*, que pretende identificar las percepciones de alumnos normalistas sobre la enseñanza de la ciencia y su contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en Ciencias Naturales. Para ello se consideraron cuatro subescalas: creencias hacia la enseñanza de la ciencia, que también es una adaptación (Pendergast, Lieberman, & Vail, 2017); la escala de diseño de situación didáctica; intervención didáctica, y evaluación de los aprendizajes, que se adaptó a partir de los perfiles, parámetros e indicadores para docentes en educación básica, específicamente de licenciatura en educación preescolar y primaria, propuestos por la Secretaría de Educación Pública, 2016-2017.

¹ Doctor en Estadística por la Universidad de Salamanca. Coordinador general del Centro de Estudios de Opinión y Análisis de la Universidad Veracruzana.

E-mail: ccastro@uv.mx

² Licenciada en Estadística por la Universidad Veracruzana. Coordinadora de diseño y desarrollo de proyectos cuantitativos del Centro de Estudios de Opinión y Análisis.

E-mail: almtenorio@uv.mx

³ Licenciada en Estadística por la Universidad Veracruzana. Asistente del Centro de Estudios de Opinión y Análisis.

E-mail: mar.jes.barra@gmail.com

Como ya se mencionó, las escalas fueron adaptadas para su aplicación por el grupo de investigadores de la Normal Veracruzana (Morales y Colorado, 2019), quienes realizaron una selección teórica y empírica de los ítems a incluir en la escala, así como de las categorías de respuesta. Dada la diversidad de acepciones que tiene la palabra *escala*, para efectos de este capítulo es el instrumento de medida y los elementos que la componen son los ítems o preguntas incluidas en la escala.

Una vez adaptada la escala, se procedió a realizar un piloto (prueba del cuestionario), que consiste en aplicar el instrumento a una pequeña muestra de unidades con las mismas características de la población objetivo. Los resultados que se obtuvieron de la prueba se usaron para evaluar la confiabilidad inicial y argumentar la validez del instrumento (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Lucio Baptista, 2006). Se considera que para la metodología cuantitativa un buen instrumento de medición debe demostrar ser confiable y válido a la vez.

En este capítulo se describe el proceso metodológico que se llevó a cabo para identificar la confiabilidad y la validez de las escalas integradas.

Confiabilidad de las escalas integradas

Una de las primeras cuestiones que se debe hacer antes de aplicar un instrumento es conocer si éste es lo suficientemente confiable para medir lo que se quiere medir. Como señala Magnuson (1969), la *confiabilidad* hace referencia a la “exactitud o precisión de la medición, independientemente del tema del instrumento”. Para ello, se debe calcular el coeficiente de confiabilidad y, según Cronbach (1960), es necesario estimar la consistencia a lo largo de una serie de mediciones y uno de los métodos más utilizados para evaluar la confiabilidad es el alfa de Cronbach.

Una escala debe ser confiable para ser interpretable. Una confiabilidad alta no es garantía de obtener buenos resultados, pero cuando una escala tiene una confiabilidad alta, se puede decir que se está midiendo con precisión o consistencia (Kerlinger & Lee, 2002).

En una escala, la consistencia interna hace referencia al grado de relación existente entre los ítems o preguntas que la componen. Una manera de comprobar la consistencia interna de los ítems es obtener la matriz de correlaciones entre ellos, de manera que puede considerarse que un ítem es consistente con los demás de la escala, si todas las correlaciones con los demás son positivas y moderadas (Lévy Mangin & Varela Mallou, 2003). El coeficiente α propuesto por Lee J.

Cronbach (1916-2001) permite evaluar la consistencia interna de los ítems. La fórmula para calcular el coeficiente es la siguiente:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_1^2}{\sigma_1^2} \right) \quad (1.0)$$

donde:

k es el número de ítems del cuestionario o escala.

$\sum \sigma_1^2$ es la suma de las varianzas de todos los ítems.

σ_1^2 es la varianza de las puntuaciones totales del cuestionario o escala.

El coeficiente debe tomar valores entre 0 y 1 y, si los valores de alpha son iguales a cero, ello indicaría total ausencia de consistencia interna entre los ítems; por el contrario, si todos los ítems son redundantes, sus correlaciones son iguales a 1 y es la presencia máxima de consistencia posible entre los ítems de la escala. Así pues, un análisis común en este caso es analizar la contribución de cada ítem o pregunta al coeficiente; de esta forma es posible identificar y eliminar de la escala aquellos ítems que contribuyen poco o nada a la consistencia interna global de la escala. Algunos criterios que se consideran en la evaluación global de la consistencia interna con respecto al valor de coeficiente se presentan en la figura 6-1.

De esta forma, utilizando la base de datos obtenida de la encuesta piloto, se realiza el análisis de consistencia interna de la escala, para cuantificar su nivel de confiabilidad. Para esto se utilizó el procedimiento coeficiente alpha de Cronbach. Los datos se procesaron con el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS™) versión 24. El valor del coeficiente alpha de Cronbach general de las escalas es 0.95, lo cual indica un alto nivel de consistencia interna de las escalas agregadas y el adecuado conocimiento de la variabilidad de las respuestas emitidas por los entrevistados. Igualmente

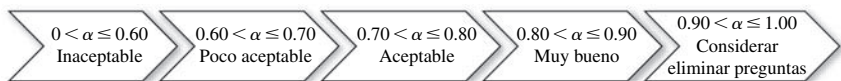


Figura 6-1 Escala de interpretación de la magnitud del coeficiente de correlación o asociación.

se concluye que, al realizar la valoración por cada uno de los ítems, la escala permanece en niveles de consistencia altos, es decir, se obtuvieron valores cercanos a 0.95 por ítem.

Impacto de los ítems

Adicionalmente, en esta etapa se realizó el denominado análisis de impacto de los ítems. Un método propuesto por Juniper, Guyatt, Streiner & King (1997) sirve para detectar sesgos de respuesta en los ítems que más fueron seleccionados por los usuarios dentro de un instrumento. Es necesario que los ítems estén medidos en escala ordinal (Huesca Domínguez, 2016).

El análisis del impacto consta de tres pasos

En un primer paso, se calcula la “frecuencia” de cada uno de los ítems del cuestionario, para identificar así los ítems más seleccionados por los sujetos. Es el número de veces en el que los valores son diferentes al valor neutral.

$$ft_i = \sum_i^n \frac{x_i}{n} \neq 0 \quad (2.0)$$

$$ft_i * 100 \quad (3.0)$$

En un segundo paso, se calcula la “importancia” de cada uno de los ítems del cuestionario. Es el valor promedio de las categorías diferente al valor considerado como nulo.

$$im_i = \sum_i^n \frac{x_i}{ft_i} \neq 0 \quad (4.0)$$

En un tercer paso, se calcula el “impacto” de cada uno de los ítems del cuestionario, multiplicando la frecuencia por la importancia (Allen & Locker, 2002).

$$\text{Impacto}_i = (ft_i) * (im_i) \quad (5.0)$$

El análisis del impacto de los ítems tiene ciertas restricciones, pues la técnica se utiliza para escalas con respuestas categorizadas ordinales.

Se puede tener un subconjunto de ítems que enmascaren los sesgos, por lo que se recomienda trabajar cada característica por separado. Se considera valor nulo a la categoría dentro de la escala que no presenta tendencia, o bien, es la ausencia de opinión sobre una temática.

La tabla 6-1 presenta el detalle del análisis del impacto de los ítems realizado a los datos obtenidos de la encuesta piloto realizada.

Tabla 6-1 Frecuencia, importancia e impacto de los ítems.

Ítem	Frecuencia	Importancia	Impacto	Ítem	Frecuencia	Importancia	Impacto
1	95	1.8	170	37	97.5	2.2	210
2	100	1.7	167.5	38	100	1.9	185
3	100	2.2	215	39	97.5	1.9	185
4	100	2.5	250	40	100	1.9	192.5
5	100	2.5	250	41	100	2	202.5
6	100	1.3	132.5	42	97.5	2.2	212.5
7	100	1.7	172.5	43	100	2.1	212.5
8	100	2.2	215	44	100	2	200
9	100	2.7	270	45	100	1.9	190
10	100	2.2	222.5	46	100	2.2	215
11	100	2.5	247.5	47	97.5	2.3	227.5
12	100	2.7	270	48	95	2.4	230
13	100	2.2	215	49	95	2.6	245
14	100	2.1	210	50	100	2.1	210
15	100	1.9	187.5	51	100	2.6	260
17	100	2.6	255	52	100	2	200
18	100	2	195	53	97.5	2.4	237.5
19	100	2	200	54	97.5	2.3	220
20	100	2	197.5	55	100	2.5	252.5
21	100	2.2	217.5	56	100	1.9	190
22	100	2.4	235	57	97.5	2.5	242.5
23	100	2	202.5	58	100	2.3	225
24	100	2.5	245	59	97.5	2.3	227.5
25	100	2.1	210	60	97.5	2.2	210
26	100	2.3	227.5	61	97.5	2.2	215
27	100	2.4	240	62	100	1.6	157.5
28	100	2.3	227.5	63	100	1.6	155
29	100	1.9	192.5	64	97.5	2.4	235
30	100	2.5	247.5	65	100	1.6	155
31	100	2.6	260	66	97.5	2.1	200
32	100	2.7	272.5	67	97.5	1.6	152.5
33	100	2.1	212.5	68	97.5	1.9	187.5
34	97.5	2.5	240	69	97.5	1.9	182.5
35	100	2.4	240	70	97.5	2.2	210
36	100	1.7	172.5	Promedio			213.3

Para la escala integrada, el análisis del impacto de los ítems consistió en el cálculo de la frecuencia y la importancia para, después, conocer el impacto tomando como valor nulo la categoría 5. El valor promedio del impacto corresponde a 213.3, es decir, aquellos valores mayores al promedio son los que mayor impacto tienen en las dimensiones teóricas que considera la escala. Desde el punto de vista de los sesgos, los ítems con mayor impacto son los siguientes: 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 46, 47, 48, 49, 51, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 61 y 64. Por lo tanto, serían los ítems que se utilizarían en caso de requerir un cuestionario más simplificado. La selección de los ítems se hace considerando su impacto, no su mayor importancia.

Validez de contenido por juicio de expertos de las escalas integradas

El juicio de expertos se refiere a que un grupo de personas informadas y con una trayectoria de trabajo en el área que se investiga brinden una opinión sobre la escala. Al considerarse expertos calificados, pueden dar evidencias, juicios y valoraciones al respecto (Skjong & Wentworth, 2000). La selección de los expertos puede depender de varios factores, como sus publicaciones recientes en los temas que investigan, o su experiencia en la aplicación de metodologías cualitativas o cuantitativas, entre otros.

Para lograr una validación de expertos, en el caso de las escalas integradas *TPACK* y *situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia*, se tomaron las puntuaciones de ocho expertos en temas relacionados con educación, sistemas y ambientes educativos, matemáticas y psicología educativa. Posteriormente se realizó el procedimiento para la consulta a expertos propuesto por Gregory (2001). Dicho procedimiento permite llegar a emitir un juicio cuantitativo sobre la validez de contenido de los ítems.

El procedimiento consistió en elaborar un instrumento de evaluación, donde cada experto calificó cada uno de los ítems sobre tres aspectos principales: coherencia, relevancia y claridad del ítem. Cada ítem se evaluó utilizando las siguientes categorías:

- 0 = el ítem no pertenece a la dimensión de estudio.
- 1 = el ítem probablemente no pertenece a la dimensión de estudio.
- 2 = el ítem probablemente sí pertenece a la dimensión de estudio.
- 3 = el ítem sí pertenece a la dimensión de estudio.

Una vez llenados los instrumentos de evaluación de expertos, se observa la media de cada ítem y, en caso de que la misma sea menor a 1.5, se elimina el ítem. Con los ítems restantes se obtiene una media general del instrumento o de cada una de las dimensiones que lo componen y el resultado se interpreta con el siguiente referente (Gregory, 2001):

De 1.6 a 2.0 se considera que representa una validez débil.

De 2.1 a 2.5 se considera que presenta una validez aceptable.

De 2.6 en adelante se considera que presenta una validez fuerte.

Para este estudio de caso, cuando se obtuvieron las ocho evaluaciones, se sumaron para cada ítem y se obtuvieron medias de cada uno y, posteriormente, se determinó un promedio por cada aspecto evaluado por los expertos: coherencia, relevancia y claridad del ítem (tabla 6-2).

Con respecto a la media de cada ítem, la cual es mayor a 1.5, se puede interpretar que los ítems presentan validez de contenido en las escalas integradas. En cuanto a la media general para el caso de coherencia que es de 2.8, se considera una validez muy fuerte. Para la relevancia el valor de la media es 2.8 y también se considera que tiene una validez fuerte. Para el último caso (claridad), la media es de 2.6, lo cual presenta una validez aceptable.

Tabla 6-2 Resultado de validación por juicio de expertos.

Ítem		Ítem							
Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad	Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad
1	Tengo disponibilidad para aprender el uso de la tecnología.	2.8	2.8	2.9	37	Apoyar mis estrategias de aprendizaje en el salón de clases.	2.9	2.9	2.4
2	La tecnología me permite resolver problemas de manera fácil.	2.8	2.8	2.8	38	Enriquecer diferentes aspectos de la enseñanza (lecturas, ejemplos, evaluación).	2.9	2.9	2.6
3	Sé cómo encontrar ayuda en aspectos tecnológicos.	2.8	2.8	2.8	39	Involucrar a los estudiantes con el contenido.	2.8	2.6	2.6
4	Tengo suficiente conocimiento y experiencia con la tecnología más actual.	2.9	2.9	2.9	40	Motivar a los estudiantes para colaborar con sus pares.	3	2.9	2.4
5	Puedo ayudar a mis amigos a usar diferentes tecnologías.	2.6	2.6	2.9	41	Promover en los estudiantes la reflexión sobre su propio aprendizaje.	2.9	2.9	2.5
6	Uso regularmente tecnologías para propósitos diversos (comunicarme, escribir, navegar en internet, etcétera).	2.8	2.9	2.8	42	Determinar diferentes elementos de la enseñanza (por ejemplo, en el diseño, motivación, evaluación) que podrían estar apoyados por la tecnología.	2.5	2.5	2.3
7	Uso herramientas tecnológicas en mi tiempo libre.	2.4	1.9	2.8	43	Presentar el contenido de diferentes maneras.	2.9	2.8	2.5

Tabla 6-2 (Continuación)

Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad	Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad
8	Sé seleccionar el tema a tratar.	3	3	2.8	44	Enriquecer el contenido a enseñar.	2.8	3	2.6
9	Sé conceptos básicos como fórmulas y definiciones.	2.9	2.9	2.9	45	Mostrar hechos no observables, conceptos y principios del tema.	2.6	2.9	2.1
10	Comprendo la estructura (organización) de temas que enseño.	3	2.9	3	46	Acceder a recursos informativos adicionales que de otra manera no serían posibles.	2.8	3	2.6
11	Puedo presentar el mismo tema o contenido en diferentes niveles cognitivos.	3	3	2.6	47	Proveer a los estudiantes oportunidades para explorar el contenido por sí mismos desde sus propios ritmos de aprendizaje.	2.9	3	2.5
12	Puedo explicar detalles de conceptos, fórmulas y definiciones.	2.9	2.9	2.9	48	Apoyar a los estudiantes hacia una investigación más profunda de los contenidos, conceptos y sus relaciones con otras asignaturas.	2.8	2.9	2.5
13	Adecoo el conocimiento para explicar las relaciones entre diferentes conceptos de un tema.	3	2.9	2.8	49	Promover en diferentes formas el contenido a enseñar.	2.8	2.6	2.5
14	Puedo explicar por qué un determinado tema es importante.	2.9	2.8	2.9	50	Enseñar contenidos específicos con diferentes enfoques pedagógicos en un determinado contexto.	2.8	2.9	2.3

Tabla 6-2 (Continuación)

Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad	Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad
15	Puedo hacer conexiones entre el contenido que enseño y la vida cotidiana.	3	2.9	2.9	51	Facilitar el aprendizaje de un contenido.	2.6	2.9	2.6
17	Selecciono estilos de enseñanza de acuerdo con el contexto o los conocimientos previos de los estudiantes.	2.8	2.9	2.8	52	Promover que los estudiantes reconozcan su impacto positivo en el aprendizaje de un tema específico.	2.8	2.9	2.3
18	Utilizo herramientas para evaluar el aprendizaje de los estudiantes.	3	3	2.5	53	Organizar la enseñanza y el aprendizaje de contenidos específicos.	2.6	2.8	2.4
19	Puedo motivar a los estudiantes para interesarse en el contenido.	3	2.9	3	54	Seleccionar una tecnología específica para la enseñanza de un contenido determinado.	2.8	2.8	2.5
20	De manera individual o en grupo, planeo actividades de aprendizaje efectivas.	3	2.9	3	55	Llevar al aula experiencias de la vida real, ejemplos y analogías dentro de un tema.	2.8	3	2.5
21	Tengo el conocimiento de estrategias pedagógicas de aprendizaje y de enseñanza.	2.9	3	3	56	Identificar diferencias individuales de aprendizaje en la comprensión de un determinado contenido.	2.9	2.9	2.5
22	Conozco diferentes componentes de la enseñanza (por ejemplo, evaluación, instrucción)	3	2.8	2.9	57	Facilitar la comprensión de un tema comprensible de acuerdo con los conocimientos previos de los estudiantes.	2.8	2.8	2.4

Tabla 6-2 (Continuación)

Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad	Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad
23	Desarrollo planes de enseñanza de un tema específico de la ciencia.	3	3	2.8	58	Apoyar a los estudiantes a comprender el valor que la tecnología trae al salón de clases.	2.5	2.5	2.4
24	Selección contenidos de aprendizaje, de acuerdo con el nivel cognitivo de los estudiantes.	3	2.9	2.6	59	Favorecer oportunidades a cada uno de los estudiantes en el salón de clases para contribuir en las actividades de aprendizaje.	2.5	2.5	2.6
25	Puedo enseñar el mismo tema de acuerdo con diferentes niveles cognitivos de los estudiantes.	2.8	2.6	2.8	60	Incluyo actividades científicas.	2.5	3	2.4
26	Puedo identificar diferentes creencias o errores conceptuales en los estudiantes.	2.8	2.8	2.9	61	Disfruto con mis alumnos de las actividades relacionadas con el mundo natural.	2.4	2.4	2.5
27	Puedo ajustar mi enseñanza acorde con nivel de facilidad o dificultad para aprender temas específicos.	2.9	2.9	2.9	62	Las actividades científicas ayudan a fomentar el interés de los estudiantes por la ciencia.	1.9	3	2.6
28	Ante temas complejos, encuentro apoyos didácticos para explicarlos y favorecer su comprensión.	2.9	3	3	63	Temo que los estudiantes me harán una pregunta sobre principios científicos o fenómenos que no puedo contestar.	2.9	2.8	2.8

Tabla 6-2 (Continuación)

Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad	Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad
29	Puedo usar diferentes métodos y enfoques para representar un determinado contenido de aprendizaje.	2.9	3	3	64	La enseñanza de las ciencias favorece la comprensión sobre fenómenos, procesos naturales y su aplicación en situaciones diversas.	2.5	2.9	2.8
30	Empleo enfoques alternativos de enseñanza según niveles de conocimiento de los estudiantes.	3	2.9	2.8	65	Identificar las características de los alumnos de nivel básico para organizar intervenciones docentes en la enseñanza de la ciencia.	2.5	2.8	2.3
31	Tengo el conocimiento suficiente para transformar creencias erróneas de mis estudiantes.	2.8	2.6	2.8	66	Diseñar situaciones didácticas acordes con los aprendizajes esperados, las necesidades educativas de los alumnos y los enfoques de la enseñanza de la ciencia.	2.5	2.8	2.3
32	Puedo estimular el pensamiento analógico (ejemplos, demostraciones) en apoyo al aprendizaje de los estudiantes.	3	2.8	2.8	67	Realizar intervenciones docentes en educación básica acorde con los aprendizajes esperados, necesidades educativas de los alumnos y enfoques para favorecer la enseñanza de la ciencia.	2.6	2.6	2.3

Tabla 6-2 (Continuación)

Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad	Núm. de ítem	Ítem	Coherencia	Relevancia	Claridad
33	Evaluar el aprendizaje de los estudiantes.	2.8	2.9	2.6	68	Emplear recursos didácticos, incluyendo las tecnologías de la información y comunicación disponibles en el contexto para promover la enseñanza de la ciencia.	2.6	2.8	2.6
34	Identificar diferencias individuales entre los estudiantes.	2.5	2.5	2.4	69	Emplear estrategias, técnicas e instrumentos de evaluación para clarificar el nivel de logro de los aprendizajes de cada uno de los estudiantes en la enseñanza de la ciencia.	2.6	2.8	2.3
35	Mejorar mi enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes.	2.6	2.8	2.5	70	Emplear los resultados de la evaluación para mejorar las prácticas docentes en educación básica relacionadas con la enseñanza de la ciencia.	2.6	2.5	2.3
36	Trabajar en clase las diferencias individuales entre los estudiantes (preferencias de aprendizaje, conocimientos previos, nivel académico).	2.9	2.6	2.5	Promedio general				
							2.8	2.8	2.6

Conclusiones

Como se pudo observar, la consistencia interna de las escalas propuestas es buena y aunque se muestran valores altos, según la escala de interpretación de la magnitud del coeficiente alfa de Cronbach, los valores resultantes hablan a favor de una consistencia interna o de que el instrumento es muy confiable. Aunque se sugiere que se eliminen ítems, debido a que la estructura de los ítems es demasiado homogénea y esto hace muy probable que existan ítems redundantes, para esta investigación se decide mantenerlos. Finalmente, después de argumentar el proceso de validez de constructo, se concluye que las escalas son aptas para la población elegida por los investigadores de la Normal Veracruzana, ya que miden los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido relacionados con la exploración y comprensión del medio natural —que poseen los profesores en un determinado curso de formación inicial docente— y la escala de situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia.

Referencias

- Allen, P. F. & Locker, D. (2002). A Modified Short Version of the Oral Health Impact Profile for Assessing Health-Related Quality of Life in Edentulous Adults. *The International journal of prosthodontics*, 15(5), 446-450.
- Cea D'Ancona, M. (2012). *Fundamentos y aplicaciones en metodología cuantitativa*. Madrid: Síntesis S.A.
- Cohen, R. J. & Swerdlik, M. E. (2001). *Pruebas y evaluación psicológicas: Introducción a las pruebas y a la medición*. México: McGraw-Hill.
- Cronbach, L. J. (1960). *Essentials of psychological testing* (2a. ed.). Oxford, England: Harper.
- Gregory, R. J. (2001). *Evaluación psicológica. Historia, principios y aplicaciones*. México: El Manual Moderno.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Lucio Baptista, L. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Huesca Domínguez, I. (2016). *Validez y confiabilidad de instrumentos de estudios de opinión*. Xalapa: Universidad Veracruzana.
- Juniper, E. F., Guyatt, G. H., Streiner, D. R. & King, D. R. (1997). Clinical impact versus factor analysis for quality of life questionnaire construction.

- Journal of clinical epidemiology*, 50, 233-238. Recuperado de: [https://www.jclinepi.com/article/S0895-4356\(96\)00377-0/pdf](https://www.jclinepi.com/article/S0895-4356(96)00377-0/pdf)
- Kerlinger, F. N. & Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento* (4a. ed.). México: Mc Graw Hill.
- Lévy Mangin, J. P. & Varela Mallou, J. (2003). *Análisis multivariable para las ciencias sociales*. Madrid: Pearson.
- Magnuson, D. (1969). *Teoría de los test*. México: Trillas.
- Morales B. y Colorado, B. L. (2019). Manuscrito presentado para su publicación.
- Pamuk, S., Ergun, M., Cakir, R., Yilmaz, H. Y. & Ayas, C. (2013). Exploring relationships among TPACK components and development of the TPACK instrument. *Education and Information Technologies*, 20, 241-263. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-013-9278-4>
- Pendergast, E., Lieberman, R., & Vail, C. (2017). Attitudes and Beliefs of Prekindergarten Teachers Toward Teaching Science to Young Children. *Early Childhood Education*, 45, 43-52. Recuperado de: [10.1007/s10643-015-0761-y](https://doi.org/10.1007/s10643-015-0761-y)
- Skjong, R., & Wentworth, B. H. (2000). *Expert Judgement and Risk Perception*. Recuperado de: <http://research.dnv.com/skj/Papers/SkjW>

CAPÍTULO

7

**Análisis cuantitativo
de los conocimientos
tecnológicos,
pedagógicos y
disciplinarios para
la enseñanza de las
ciencias**

Berenice Morales González¹
Ramón Zárate Moedano²
Alejandro A. Arrington Báez³

Este capítulo da cuenta de los resultados cuantitativos más relevantes del estudio denominado Evaluación de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial docente. Los datos analizados corresponden a 84 docentes y 882 estudiantes de licenciatura en Educación Primaria, Educación Preescolar y Educación Especial en dos instituciones de educación normal del estado de Veracruz: la Benemérita Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen” (BENV) y el Centro Regional de Educación Normal “Gonzalo Aguirre Beltrán” (CREN).

Con la finalidad de dar respuesta al primer objetivo de explorar los conocimientos de acuerdo con el modelo TPACK (tecnológico, pedagógico y de contenido), que poseen tanto profesores y estudiantes matriculados en cursos de formación inicial y que contribuyan a la enseñanza de la ciencia, se aplicó el instrumento denominado *escala de evaluación de conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido para la enseñanza de la ciencia* (Morales & Colorado, 2019) (capítulos 5 y 6). Los datos recopilados *ex post facto* se sometieron a la prueba estadística U de Mann-Whitney que permite comparar dos medianas, ya sea que provengan de una variable ordinal o de una cuantitativa con libre distribución. U de Mann-Whitney es una de las pruebas de comparación más utilizada para determinar la relación entre dos variables (Arriaza-Balmón, 2006), cuando los datos no han cumplido con el criterio de normalidad. Es esta prueba el equivalente no paramétrico de la prueba *t* de Student.

En un segundo momento, se analizaron las percepciones de estudiantes normalistas con respecto a la formación recibida en conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido disciplinar de la ciencia (TPACK), y su contribución en el diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en ciencias. De esta forma se dio respuesta al segundo objetivo, dado que se consideró el promedio obtenido del conjunto de ítems que evaluaba cada variable, y se empleó

¹ Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos por la Universidad Veracruzana. Profesora en la licenciatura en Educación Especial de la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del Cuerpo Académico Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2).
E-mail: berenice.morales.g@gmail.com

² Maestro en Educación Virtual por la Universidad Veracruzana. Profesor en la licenciatura en Secundaria, modalidad Telesecundaria en la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del Cuerpo Académico Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2).
E-mail: ramon.zarate.moedano@gmail.com

³ Maestro en Educación por la Universidad de Georgia. Profesor en la licenciatura en Educación Preescolar de la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del Cuerpo Académico Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2).
E-mail: alex.arrington@gmail.com

la prueba coeficiente de Pearson, que es paramétrica y se utiliza en el análisis de correlación, es decir, para analizar el efecto de una variable sobre otra (Arriaza-Balmón, 2006).

Por la amplitud de los datos analizados y para efecto del presente capítulo, se da cuenta del análisis de los resultados más relevantes realizado a partir de los datos recopilados de alumnos y docentes ubicados en cursos organizados por escuela, licenciatura y trayectos formativos. Se incluyeron tres licenciaturas y cuatro trayectos formativos.

El trayecto *Práctica profesional* está integrado por siete cursos en total, que enfatizan el acercamiento paulatino y el análisis de la actividad docente en contextos de práctica específicos (vea el capítulo 5: “El proceso metodológico del proyecto”). Es importante señalar que de los planes de estudio de las licenciaturas en educación primaria y educación preescolar de 2012, tan sólo se analizaron los datos provenientes de cinco cursos, al considerarse únicamente los cursos de tercero a séptimo semestres. En el caso de la licenciatura en Educación Especial, de los seis cursos relacionados con el acercamiento a la práctica escolar, se consideraron cuatro cursos de tercero a sexto semestres y, para fines de organización de este trabajo, también se les analizó bajo el nombre de trayecto.

En los planes de estudios 2012 de la licenciatura en Educación Primaria y Educación Preescolar, el trayecto *Preparación para la enseñanza y el aprendizaje* está integrado por 20 cursos que articulan actividades teórico-prácticas para el aprendizaje de conocimientos en las diferentes disciplinas y su enseñanza. Esta investigación sólo recopiló información, en cada programa, de dos cursos relacionados con la enseñanza de la ciencia. En la licenciatura en Educación Primaria se obtuvieron datos de alumnos y docentes de los cursos Acercamiento a las Ciencias Naturales y Ciencias Naturales. En el caso de la licenciatura en Educación Preescolar se analizaron los datos provenientes de los cursos Exploración del Medio Natural en preescolar y Acercamiento a las Ciencias Naturales.

No se recopilaron datos de la licenciatura en Educación Especial que se pudieran ubicar en ese trayecto relacionado con la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, porque en el plan de estudios 2004 no se contemplaba un espacio curricular directamente relacionado con la disciplina en cuestión (a diferencia del reciente plan de estudios 2018, que integra tres cursos relacionados con la enseñanza de la ciencia).

En el trayecto *Cursos optativos* solamente se incluyó el curso Educación Ambiental para la Sustentabilidad en la licenciatura en Educación

Primaria. En el caso de la BENV, este curso se ofertaba en la licenciatura en Educación Especial como taller complementario o extracurricular.

En cuanto al trayecto *Lengua adicional y tecnología*, participaron los alumnos matriculados en el curso La Tecnología Informática Aplicada a los Centros Escolares, ubicado en las licenciaturas tanto de Educación Primaria como de Preescolar. En el caso de la licenciatura de Educación Especial, se incluyó el taller complementario (extracurricular) denominado Creación de Material Digital de Apoyo que se brinda sólo en la BENV.

Resultados

Las medias obtenidas de la escala de evaluación de conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido para la enseñanza de la ciencia (Morales y Colorado, 2019), tanto en profesores formadores de docentes como en alumnos normalistas o maestros en formación, se muestran en la tabla 7-1. Se aprecian puntajes altos, dado que la escala Likert ofrece un intervalo de respuestas de 1 a 5.

Tabla 7-1 Medias obtenidas de la escala de evaluación de conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido para la enseñanza de la ciencia (Morales y Colorado, 2019), según el tipo de participante.

Variables	Profesores		Alumnos normalistas	
	Media	Desv est.	Media	Desv est.
Tecnológico (TK)	4.15	0.81	4.12	0.90
Contenido (CK)	4.24	0.75	3.93	0.75
Pedagógico (PK)	4.24	0.70	4.09	0.74
Pedagógico del contenido (PCK)	3.99	0.74	3.97	0.72
Tecnológico pedagógicos (TPK)	4.35	0.71	4.10	0.75
Tecnológico del contenido (TCK)	4.16	0.80	4.11	0.73
Tecnológico pedagógico del contenido (TPACK)	4.24	0.67	4.10	0.72
Creencias (CREE)	4.24	0.74	4.19	0.76
Diseño de situación didáctica (D)	4.07	0.86	4.14	0.74
Intervención didáctica (I)	4.12	0.78	4.17	0.74
Evaluación de los aprendizajes (E)	4.02	0.92	4.16	0.75

Nota: Las tres últimas filas constituyen la variable *diseño, intervención y evaluación de los aprendizajes*.

En relación con la aplicación de la prueba U de Mann-Whitney, ésta se empleó para responder la hipótesis de trabajo:

H_1 . La percepción TPACK de los profesores se relaciona con la percepción identificada por sus alumnos ubicados en cursos seleccionados de segundo a séptimo semestres.

Según el análisis factorial de la escala situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia, se delimitaron como factores aquellos ítems relacionados con creencias (CREE) y con diseño, intervención y evaluación de situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia (DIE). Por ello, como se observa en la tabla 7-1, el alcance del análisis de los datos permitió identificar no sólo la percepción de profesores y su relación con la percepción de los alumnos con respecto a la variable TPACK, sino que también se analizó tal relación en torno a la variable CREE y a la variable DIE. Es decir, se agregaron dos hipótesis de trabajo a comprobar:

H_2 . La percepción de los profesores con respecto a creencias sobre la enseñanza de la ciencia se relaciona con la percepción identificada por sus alumnos.

H_3 . La percepción de los profesores con respecto al diseño, intervención y evaluación de situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia se relaciona con la percepción identificada por sus alumnos.

Como se aprecia en la tabla 7-2, la percepción de conocimientos TPACK de los profesores de las dos escuelas normales del estado de Veracruz no se relaciona con la percepción identificada por sus alumnos ubicados en cursos en el trayecto de su práctica profesional. Se observa una relación estadísticamente significativa únicamente en la variable creencias (CREE), entendida como las percepciones sobre la disposición docente hacia la enseñanza de la ciencia y el beneficio hacia los estudiantes (Pendergast *et al.*, 2015) en los cursos de la licenciatura en Educación Primaria ubicados en el trayecto *Práctica profesional*.

En el mismo trayecto *Práctica profesional* de la licenciatura en Educación Preescolar, se identifica igualmente una relación estadísticamente significativa sólo en la variable diseño, intervención y evaluación, referida a las habilidades de organización y planeación de la intervención docente en educación básica para el aprendizaje de los alumnos, al desarrollo de estrategias didácticas y al empleo de la evaluación con fines de mejora (SEP, 2016).

Tabla 7-2 Comparación de percepción de los profesores y alumnos normalistas según licenciatura y trayecto formativo Práctica profesional.

Licenciatura	Trayecto	TK	CK	PK	PCK	TPK	TCK	TPCK	CRÉE	DIE
Educación Primaria	Práctica profesional	110.00	131.50	99.00	120.00	80.00	89.00	55.50	106.00	88.00
		0.68	0.98	0.53	0.81	0.33	0.42	0.15	0.62	0.41
Educación Preescolar	Práctica profesional	494.00	356.50	518.50	454.00	431.00	316.00	515.00	483.00	232.00
		0.82	0.19	0.98	0.59	0.47	0.10	0.95	0.76	0.02
Educación Especial	Práctica profesional	190.00	220.50	216.00	200.50	159.50	127.50	147.00	177.00	184.00
		0.57	0.91	0.86	0.68	0.30	0.13	0.22	0.44	0.51

Al continuar el análisis de las mismas variables y trayecto en cada una de las escuelas normales participantes, en los datos recopilados de la BENV, en la licenciatura en Educación Preescolar, sólo se identifica una diferencia significativa de 0.04 en la variable DIE. Es decir, la percepción de los profesores, por ejemplo, sobre la contribución de su curso para diseñar situaciones didácticas acordes con los aprendizajes esperados, las necesidades educativas de los alumnos y los enfoques de la enseñanza de la ciencia (ítem 66) se relaciona con la percepción de sus estudiantes en la licenciatura en Educación Preescolar y el trayecto *Práctica profesional*. En ninguna otra licenciatura de la BENV o el CREN se encuentran relaciones significativas en alguna de las variables.

En el análisis de los datos en ambas escuelas normales, según los cursos relacionados con la disciplina de la ciencia del trayecto *Preparación para la enseñanza y el aprendizaje* (tabla 7-3), se observa que en la licenciatura en Preescolar, se mantiene la relación de percepciones entre docentes y normalistas con diferencia estadística en la variable DIE.

En la licenciatura de Educación Primaria en los cursos Acercamiento a las Ciencias Naturales y Ciencias Naturales prevalece una relación significativa entre lo que creen los docentes con respecto a las disposiciones para enseñar ciencia y lo que creen sus alumnos.

En la licenciatura en Educación Preescolar, en los cursos Exploración del Medio Natural y Acercamiento a las Ciencias Naturales, dicha relación con significancia estadística se encuentra no solamente en la variable DIE, sino también en las subescalas conocimiento del contenido disciplinar (CK) y conocimiento pedagógico del contenido (PCK). De esta forma se corrobora que en los cursos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en la licenciatura en Educación Preescolar 2012, la percepción de los profesores sobre los conocimientos de aquello que debe aprenderse o enseñarse (Koehler & Mishra, 2009) acerca de ciencias (CK), así como los conocimientos docentes para transformar un tema de ciencias en algo enseñable (PCK) según las características de los alumnos (Shulman, 1987), se relacionan con la percepción identificada por los normalistas.

Al comparar por escuela los puntajes obtenidos en los cursos del trayecto *Preparación para la enseñanza y aprendizaje* (de la ciencia), tan sólo se identificaron diferencias significativas en la BENV dentro de las subescalas del conocimiento del contenido (CK) con un índice de 0.03, y de conocimiento pedagógico del contenido (PCK) con una diferencia de 0.05 puntos.

Tabla 7-3 Comparación de percepción de los profesores y alumnos normalistas según licenciatura y trayecto formativo
Preparación para la enseñanza y el aprendizaje (de la ciencia).

Licenciatura	Trayecto	TK	CK	PK	PCK	TPK	TCK	TPCK	CRPE	DIE
Educación Primaria	Preparación para la enseñanza y el aprendizaje	83.50	24.00	27.50	57.50	56.00	40.00	65.00	20.00	90.00
		0.72	0.07	0.08	0.32	0.30	0.15	0.41	0.05	0.84
Educación Preescolar	Preparación para la enseñanza y el aprendizaje	39.00	4.00	22.00	12.00	41.00	57.00	61.00	56.00	8.00
		0.18	0.02	0.07	0.04	0.20	0.40	0.47	0.39	0.03

En el CREN se identificaron diferencias cercanas al 0.05 tan sólo en la licenciatura en Educación Primaria y en el curso Acercamiento a las Ciencias Naturales en las subescalas CK con un índice de 0.07, e igualmente en la subescala de conocimiento pedagógico (PK); sin embargo, estos datos no son significativos a un nivel de confianza de 95 por ciento.

En relación con los puntajes obtenidos en ambas escuelas según el trayecto *Cursos optativos* y el trayecto *Lengua adicional y tecnología*, por licenciatura, no se encontraron diferencias significativas que apoyaran la relación entre la percepción de los profesores con la percepción de los alumnos en cuanto a las variables TPACK, CREE y DIE.

Se usó el coeficiente de correlación de Pearson para comprobar la segunda hipótesis planteada al inicio del estudio:

H. A mayor percepción de los normalistas sobre el dominio de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido en normalistas (TPACK), mayor contribución en el diseño, intervención y evaluación (DIE) de situaciones didácticas en ciencias.

El coeficiente de Pearson varía de -1.00 a $+1.00$, donde “el signo indica la dirección de la correlación positiva o negativa y el valor numérico, la magnitud de la correlación” (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p. 377). De tal forma, por ejemplo, la *correlación positiva perfecta* indicará a mayor γ (conocimiento TPACK), mayor x_1 (DIE) o, de igual manera, cada vez que disminuye γ disminuye x_1 en la misma proporción. Entonces, a mayor percepción del alumno sobre sus conocimientos sobre el empleo de la tecnología cuando enseña ciencias para facilitar el aprendizaje de un contenido (TPACK), mayor percepción sobre la creencia de que la ciencia favorece la comprensión de fenómenos y procesos naturales y su aplicación en situaciones diversas (CREE).

A partir de los datos obtenidos de ambas escuelas participantes (BENV y CREN), las relaciones entre variables (TPACK-CREE y TPACK-DIE) obtenidas en cada una de las licenciaturas, según trayecto *Práctica profesional*, se observan relaciones entre variables estadísticamente no significativas. En la licenciatura en Educación Preescolar se identificó una relación baja (0.57) entre las variables TPACK-CREE y una relación baja entre variables TPACK-DIE (0.67), y relaciones bajas en la licenciatura de Educación Primaria (0.54 y 0.51, respectivamente) y en la licenciatura en Educación Especial (0.64 y 0.56).

Sin embargo, en los datos analizados por escuela se identifica, sólo en alumnos del CREN dentro de la licenciatura en Educación Especial

y el trayecto *Práctica profesional*, una relación media (0.72) entre las hipótesis TPACK y CREE; es decir, conforme aumenta el conocimiento TPACK de estos estudiantes normalistas, habrá mayor percepción de creencias con respecto a la enseñanza de la ciencia (figura 7-1).

También en el CREN se identifica una relación media (0.75) en alumnos de la licenciatura en Educación Preescolar del trayecto *Práctica profesional*, entre las variables TPACK y DIE; es decir, conforme aumenta la percepción de conocimiento TPACK, se incrementa la percepción de conocimiento en el diseño, intervención y evaluación de situaciones didácticas en la enseñanza de las ciencias para estos estudiantes.

Con respecto al trayecto *Preparación para la enseñanza y el aprendizaje*, donde se seleccionaron los cursos relacionados con la enseñanza de la ciencia, en ambas escuelas se identificaron coeficientes débiles entre las variables TPACK-CREE y TPACK-DIE. En los puntajes obtenidos de los alumnos de la licenciatura en Educación Primaria, en dicho trayecto, el coeficiente de relación entre TPACK-CREE fue de 0.48, y de 0.57 para la relación TPACK-DIE. En la licenciatura en Educación Preescolar los coeficientes o valores obtenidos fueron de 0.55 y 0.38, respectivamente. En la licenciatura en Educación Especial no existieron cursos ubicados en este trayecto.

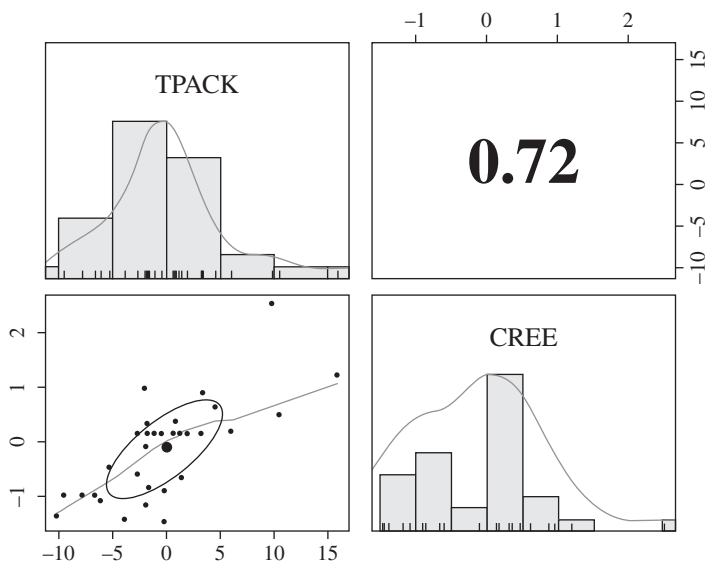


Figura 7-1 Correlación de variable TPACK y variable CREE en alumnos normalistas del CREN en licenciatura en Educación Especial en el trayecto formativo *Práctica profesional*.

Al profundizarse el análisis por escuela, únicamente se observó una relación media (0.75) que evidencia que conforme aumenta la percepción de conocimiento TPACK, se incrementa la percepción de conocimiento DIE, sólo para los estudiantes de la BENV, de la licenciatura en Educación Primaria, según el trayecto *Preparación para la enseñanza y el aprendizaje*. Dentro de este mismo trayecto, resalta la relación muy baja (0.30) en alumnos del CREN de la licenciatura en Educación Pre-escolar.

Un hallazgo notable se reconoce en el curso Educación Ambiental para la Sustentabilidad, el único que conformó el trayecto *Cursos optativos* relacionado con la enseñanza de la ciencia. En la BENV se observan las correlaciones estadísticas más altas o positivas de todo el estudio (figuras 7-2 y 7-3) en la licenciatura en Educación Primaria, a diferencia del CREN donde los coeficientes observados fueron de 0.56 para la relación de variables TPACK-CREE y de 0.50 para la relación TPACK-DIE.

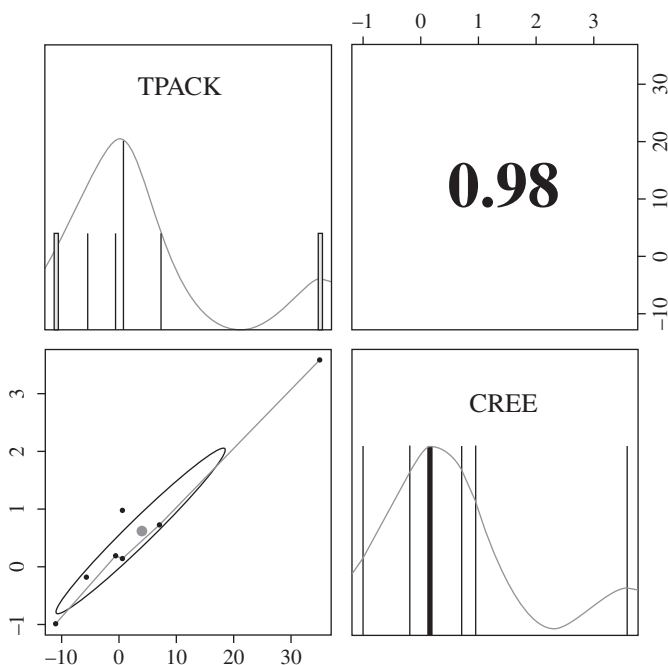


Figura 7-2 Correlación de variable TPACK y variable CREE en alumnos normalistas de la BENV en licenciatura en Educación Primaria en el trayecto formativo *Cursos optativos*.

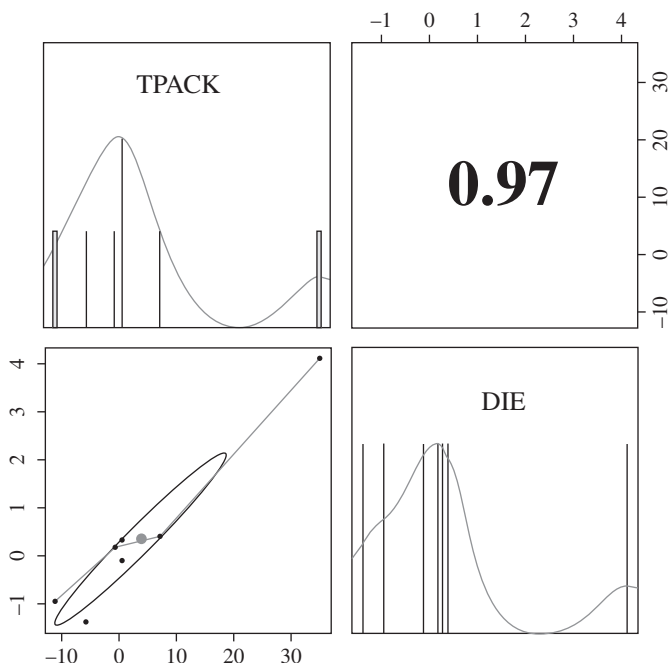


Figura 7-3 Correlación de variable TPACK y variable DIE en alumnos normalistas de la BENV en licenciatura en Educación Especial en el trayecto formativo Cursos optativos.

Cabe hacer mención que no se recopilaron datos sobre este trayecto en la licenciatura en Educación Preescolar. Además, este curso no existió en el plan de estudios 2004 de Educación Especial, sino que únicamente en la BENV se ofertó como curso-taller complementario, así que los datos de la licenciatura sólo se aplican a esta institución. De tal forma, los coeficientes obtenidos en este curso complementario de la licenciatura en Educación Especial indican un valor de 0.70 para la relación de variables TPACK-CREE y de 0.74 para las variables TPACK-DIE.

Por último, en el trayecto *Lengua adicional y tecnología* conformado por un curso relacionado con la tecnología aplicada a centros escolares, se ubicaron los coeficientes de correlación más bajos o negativos de todo el estudio. Los datos recopilados en ambas escuelas indican que la percepción de los alumnos de la licenciatura en Educación Primaria, en este curso, arrojan un coeficiente de correlación con un valor de 0.52 para la relación de variables TPACK-CREE y de 0.56 en las variables TPACK-DIE. Sin embargo, en la percepción de los alumnos del CREN se observa una relación media que conforme se incrementa el

conocimiento TPACK aumenta el conocimiento DIE, para estudiantes de licenciatura en Educación Primaria en dicho curso relacionado con tecnología (figura 7-4).

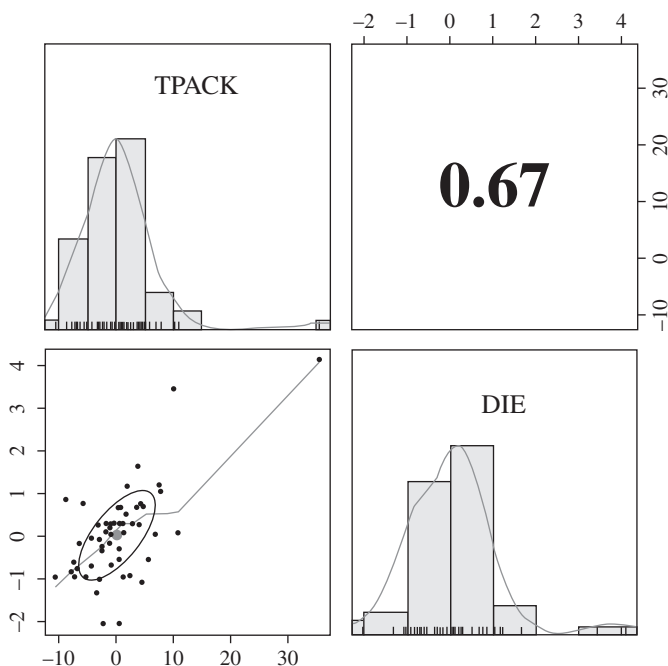


Figura 7-4 Correlación de variable TPACK y variable DIE en alumnos normalistas del CREN en licenciatura en Educación Primaria en el trayecto formativo *Lengua adicional y tecnología*.

En la licenciatura en Educación Preescolar del trayecto *Lengua adicional y tecnología* se encontraron los coeficientes de correlación con un valor de 0.29 para la relación de las variables TPACK-CREE y de 0.24 en las variables TPACK-IE. No obstante, fue en la BENV donde se observaron relaciones muy bajas (figuras 7-5 y 7-6).

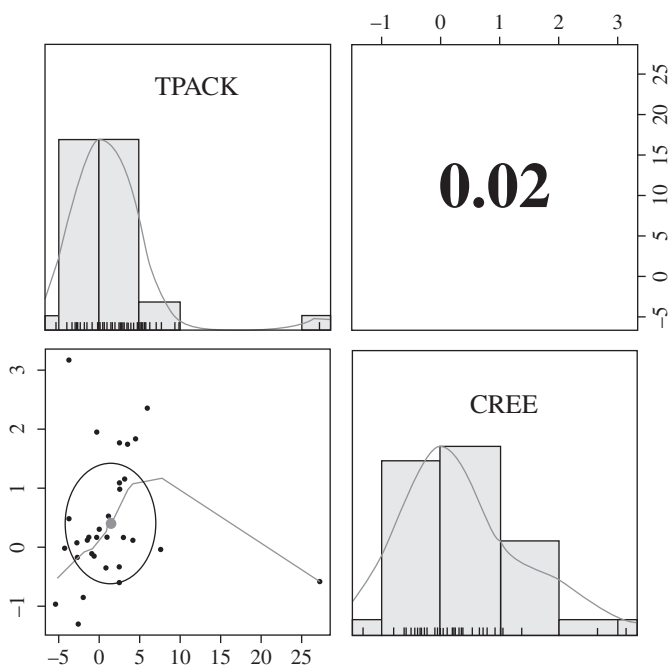


Figura 7-5 Correlación de la variable TPACK y la variable CREE en alumnos normalistas de la BENV en la licenciatura en Educación Preescolar en el trayecto formativo *Cursos de lengua adicional y tecnología*.

Cabe mencionar que en este trayecto de cursos relacionados con la tecnología, tan sólo en la BENV se consideró a los alumnos de la licenciatura en Educación Especial que cursaron un taller complementario denominado Creación de Material Digital de Apoyo, donde se observó una relación media de 0.77 entre la variable TPACK y la variable CREE, así como un coeficiente de 0.65 entre las variables TAPCK-DIE.

Interpretación

Los altos puntajes obtenidos a través de la escala de evaluación de conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido para la enseñanza de la ciencia (Morales y Colorado, 2019) coinciden con los trabajos de Agustin & Liliasari (2017), Benton-Borghgi (2016), Cabero *et al.* (2014) y Özdemir (2016) quienes, además, reconocen la indagación desde el modelo TPACK como un objeto de estudio complejo. Benton-Borghgi (2016) llega a suponer como limitante la honestidad de

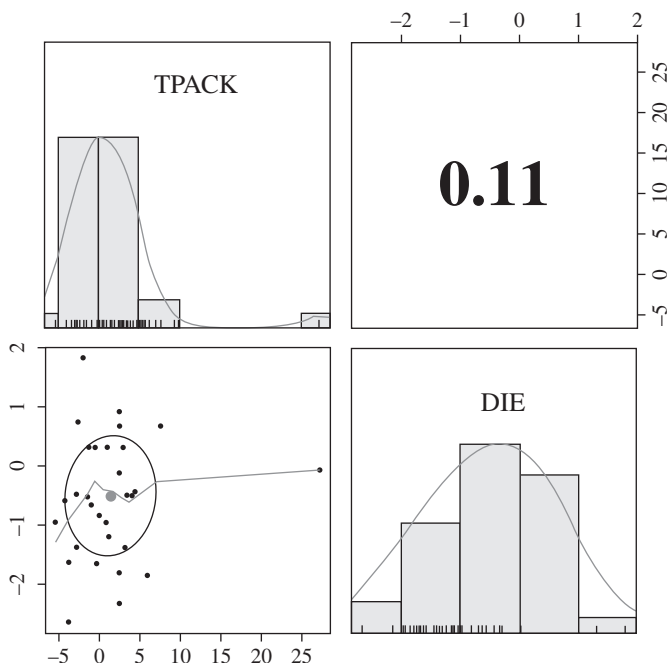


Figura 7-6 Correlación de la variable TPACK y la variable DIE en alumnos normalistas de la BENV en la licenciatura en Educación Preescolar en el trayecto formativo *Cursos de lengua adicional y tecnología*.

las respuestas recopiladas a través de escalas. Por otro lado, Cabero *et al.* (2014) infiere la habilidad de crítica sobre el objeto estudiado como probable condición extraña.

En relación con el primer objetivo que buscó explorar los conocimientos según el modelo TPACK que poseen tanto profesores y estudiantes matriculados en cursos de formación inicial que contribuyan a la enseñanza de la ciencia, se encuentra que en primer lugar la indagación de los conocimientos TPACK es multifacética (Niess, 2016). En este estudio ha emergido estadísticamente la variable creencias (CREE) con respecto a la disposición docente hacia la enseñanza de la ciencia y el beneficio hacia el estudiante (Pendergast *et al.* 2015).

En este estudio formaron parte tres planes de estudio de formación inicial docente con planteamientos curriculares distintos, como lo son los planes de estudios de la licenciatura en Educación Primaria y Educación Preescolar (2012) basados en competencias y el plan de estudios de la licenciatura en Educación Especial planteado en 2004. A conti-

nuación, se analizan los hallazgos según trayecto formativo, escuela y licenciatura.

Se advierte que los resultados obtenidos del trayecto *Práctica profesional* que implican los cursos relacionados con actividades de acercamiento paulatino a contextos de práctica y su correspondiente análisis, y del trayecto *Preparación para la enseñanza y el aprendizaje* que implica dos cursos directamente relacionados con la enseñanza de las ciencias naturales, abonan a la valoración de espacios de formación vinculados al área científica. Según Mazas & Bravo (2018), la actitud hacia la ciencia y el papel que tiene en la sociedad se identificaron de manera más positiva en estudiantes de formación inicial que estudiaron en bachillerato científico-tecnológico, que en los alumnos que egresaron de bachilleratos generales.

- Es en aquellos cursos directamente vinculados con la disciplina de la ciencia (como Acercamiento a las Ciencias Naturales) en la licenciatura en Educación Primaria, que se identifica que la percepción de los docentes con respecto a sus disposiciones hacia la enseñanza de la ciencia (CREE) se relaciona de manera significativa con las de sus alumnos; por ejemplo, si el maestro cree que el aprendizaje de las ciencias naturales es importante y por ello planea actividades. Mientras que en aquellos cursos vinculados al acercamiento de la práctica y su análisis, las percepciones de docentes y alumnos no se relacionan en ninguna de las tres variables. Para García (2016), las disposiciones y actitudes hacia la ciencia durante la formación inicial de docentes son fundamentales para la construcción de una nueva visión de lo que es ciencia.
- Por otro lado, en la licenciatura en Educación Preescolar, en los cursos directamente vinculados con la disciplina de la ciencia (como Exploración del Medio Natural en el preescolar) se ubica una relación estadísticamente significativa que vincula la percepción de los docentes y sus alumnos con respecto **1.** a sus conocimientos sobre la variable DIE, es decir, sobre el diseño, intervención y evaluación de situaciones didácticas para la enseñanza de la ciencia, como la contribución del curso evaluado para identificar características de los alumnos de educación básica y organizar así las intervenciones docentes; **2.** al contenido disciplinar de la ciencia (CK) como, por ejemplo, la selección de temas a tratar cuando enseñan ciencias; y **3.** a la forma como son enseñables esos contenidos disciplinares según características de los alumnos (PCK). En el trayecto *Práctica profesional* sólo se identifica una diferencia

estadística en la variable DIE. Los intercambios que sucedan entre alumnos y sus maestros influye en la construcción de conceptos científicos y sobre cómo enseñarla (Bonil & Márquez, 2011). Por ello, es importante que los normalistas accedan a experiencias que promuevan la indagación científica (Godoy *et al.*, 2014).

En relación con el segundo objetivo relacionado con las percepciones de los estudiantes normalistas sobre sus conocimientos TPACK y su contribución en las variables creencias (CREE) sobre la enseñanza de la ciencia y el diseño, intervención y evaluación de situaciones didácticas en ciencias (DIE), los resultados indican que las correlaciones más altas encontradas en el estudio se ubican en el curso optativo Educación Ambiental para la Sustentabilidad. A los cursos optativos se les considera espacios curriculares teórico-prácticos que articulan diversos componentes disciplinarios con finalidades específicas que abonan al desarrollo más amplio de las competencias genéricas y profesionales de los estudiantes normalistas, mediante “actividades y contenidos relevantes y no coincidentes con los de carácter obligatorio” (SEP/DGESPE, 2012a, p. 7). Los cursos optativos pueden enfatizar cualquier área del conocimiento humano. Para fines de este estudio, se seleccionó únicamente aquel que se relaciona con las ciencias naturales y, como se mencionó antes, este curso se imparte en la modalidad extracurricular en la licenciatura en Educación Especial de la BENV. Cabe mencionar que el diseño en particular de los cursos optativos en general, a diferencia de los currículos obligatorios de los planes de estudio, fue realizado por catedráticos de escuelas normales, según criterios de validación y autorización de la Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación (DGESPE) y de la autoridad educativa estatal.

Las competencias del perfil de egreso a las que contribuye este curso son:

- Diseña planeaciones didácticas, aplicando sus conocimientos pedagógicos y disciplinares para responder a las necesidades del contexto en el marco del plan y el programa de estudios de la educación básica.
- Genera ambientes formativos para propiciar la autonomía y promover el desarrollo de las competencias en los alumnos de educación básica.
- Usa las TIC como herramienta de enseñanza y aprendizaje.
- Utiliza recursos de la investigación educativa para enriquecer la práctica docente, expresando su interés por la ciencia y la propia investigación (SEP/DGESPEb, 2012, p. 4).

Este resultado se relaciona con los estudios de Abbitt (2011), Agustín & Liliyasi (2017), Günes & Bahçivan (2016) y Harvey & Caro (2016), quienes han encontrado resultados satisfactorios a través de sesiones de trabajo o cursos basados en los componentes tecnológico, pedagógico y de contenido disciplinar en la formación inicial docente del modelo TPACK.

En el caso de la BENV, el diseño y la implementación de este curso optativo se considera como lo menciona Niess (2016): una acción propositiva que implica la integración de elementos de la tecnología, pero también de la investigación. Sin embargo, al reconocerse que en el CREN no se obtuvieron correlaciones positivas entre las variables estudiadas, se puede inferir la presencia de otras variables que no fueron evaluadas en este trabajo, como conocimiento del currículo y cursos curriculares, elementos sociales y cognitivos (Niess, 2016), soporte institucional (Jannsen & Lazonder, 2016), autoeficacia docente (Canbazoglu Bilici, Guzey & Yamak, 2016) y epistemología docente (Günes & Bahçivan, 2016).

Por último, los bajos coeficientes identificados en el curso seleccionado en el trayecto *Lengua adicional y de tecnología* revelan que existen espacios de formación donde la incorporación de la tecnología no se relaciona con las predisposiciones de los normalistas acerca de la ciencia, ni con sus conocimientos para diseñar, intervenir y evaluar situaciones didácticas para el aprendizaje de la ciencia, es decir, se presenta de manera descontextualizada. En el caso de la licenciatura en Preescolar de la BENV, los resultados coinciden con los estudios de Kihoza, Zlotnikova, Bada & Kalegele (2016), quienes hallaron un bajo nivel en el uso de las TIC en profesores y alumnos en formación desde el modelo TPACK.

Sin embargo, también se identificaron cursos en la BENV, como es el caso del curso extracurricular en la licenciatura en Educación Especial y del curso Tecnología Informática Aplicada en la licenciatura en Educación Primaria en el CREN, donde se identificaron relaciones altas y media, respectivamente, entre variables TPACK-CREE y TPACK-DIE. Estos resultados contrarios, aun en el mismo trayecto y en el mismo centro escolar, igualmente suponen que la práctica docente se ve influida por otros factores de orden académico, personal y social de los docentes (Peña y Viña, 2001).

En el caso de la licenciatura en Educación Especial de la BENV, Creación de Material Digital de Apoyo como curso extracurricular es diseñado completamente por el propio docente que lo imparte, lo cual coincide con los resultados de George y Ogunniyi (2016) que resaltan

la percepción del profesor con respecto a la utilidad y facilidad de las TIC en un campo determinado como factor de impacto en su aplicación al campo de la ciencia.

Conclusiones

La generación de conocimientos que promuevan cambios en los aprendizajes de los alumnos en educación básica debe atenderse desde la formación inicial docente. A la integración de la tecnología en la dimensión pedagógica en un contexto disciplinar específico se le reconoce como competencia integradora para el siglo XXI (Agustin & Liliasari, 2017). Por lo anterior, la integración de la tecnología en la enseñanza de la ciencia desde este nivel profesional evidencia retos para impactar en la práctica docente con alumnos de educación básica. Sin embargo, desde este análisis cuantitativo, las áreas de oportunidad no se identifican generalizables a las tres licenciaturas participantes y sus trayectos formativos, sino que más bien apuntan a considerar a la formación inicial docente como toda práctica multivariada y compleja, donde se ven implicados diversos factores que impactan en la forma de percibir la enseñanza de la ciencia.

Se evidencia que los espacios formativos, como cursos optativos y cursos extracurriculares, representan espacios con potencial para fortalecer la enseñanza de la ciencia en la formación inicial. Ello implica el reconocimiento del trabajo de diseño del curso del propio profesor formador, así como la decisión y organización de cada institución para fomentar las políticas internas que coadyuven en la formación inicial docente de sus estudiantes, más allá de la transmisión de planes y programas validados por la autoridad educativa federal.

Referencias

- Abbitt, J. T. (2011). An Investigation of the Relationship between Self-Efficacy Beliefs about Technology Integration and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) among Preservice Teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. doi.org/10.1080/21532974.2011.10784670
- Agustin, R. R. & Liliasari, L. (2017). Investigating Pre-Service Science Teachers (PSTs)' Technological Pedagogical Content Knowledge Through Extended Content Representation (CoRe). En *Journal of Physics: Conference Series*. doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012103
- Arriaza-Balmón, M. (2006). *Guía práctica de análisis de datos*. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa.
- Benton-Borghi, B. H. (2016). Universal Design for Learning (UDL) Infused Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Model Prepares Efficacious 21st- Century Teachers. En Herring, M., Kohler, M., Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators 2* (pp. 143-166). Nueva York: Routledge.
- Bonil, J. & Márquez, C. (2009). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? Implicaciones para su formación. *Revista de Educación*, pp. 354, 447-472.
- Cabero, J., Barroso, J., Cadena, A., Castaño, C., Cukieman, U., Llorente, C. & Puentes, A. (2014). *La formación del profesorado en TIC: Modelo TPACK*. Sevilla: Publidisa.
- Canbazoglu Bilici, S., Guzey, S. S. & Yamak, H. (2016). Assessing Pre-Service Science Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) through Observations and Lesson Plans. *Research in Science & Technological Education*, 34(2), pp. 237-251. Recuperado de: https://search.proquest.com/docview/1826533349?accountid=8144%0Ahttp://sfx.aub.aau.dk/sfxaub?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&sid=ProQ:ProQ%3Aeric&atitle=Assessing+Pre-Service+Science+Teachers%27+Technological+Ped
- García, S. (2016). Conocimiento científico conocimiento didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto*, 35(1), 31-44.
- George, F. & Ogunniyi, M. (2016). Teachers' Perceptions on the Use of ICT in a CAL Environment to Enhance the Conception of Science Concepts. *Universal Journal of Educational Research*. doi.org/10.13189/ujer.2016.040119

- Godoy, A. V., Segarra, C. I. & Di Mauro, M. F. (2014). Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 11(3), pp. 381-397. doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i3.08
- Guba, E. & Lincoln, Y. (1994). *Handbook of Qualitative Research*. doi.org/http://www.uncg.edu/hdf/facultystaff/Tudge/Guba%20&%20Lincoln%201994.pdf
- Günes, E. & Bahçivan, E. (2016). A multiple case study of preservice science teachers' TPACK: Embedded in a comprehensive belief system. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(15), 8040-8054.
- Harvey, D. M. & Caro, R. (2016). Building TPACK in Preservice Teachers Through Explicit Course Design. *TechTrends*, 61(2), pp. 106-114. doi.org/10.1007/s11528-016-0120-x
- Kihoza, P., Zlotnikova, I., Bada, J. & Kalegele, K. (2016). Classroom ICT integration in Tanzania: Opportunities and challenges from the perspectives of TPACK and SAMR models. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 12(1), pp. 107-128. doi.org/10.1007/978-1-4614-9129-3
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9, pp. 60-70. doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009
- Mazas, B. & Bravo, B. (2018). Actitudes hacia la ciencia del profesorado en formación de educación infantil y educación primaria. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 22(2), pp. 29-48.
- Niess, M. (2016). Transforming Teachers' Knowledge for Teaching With Technologies: An Online Learning Trajectory Instructional Approach. En Herring, M., Koheler, M. & Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 131-142). Nueva York: Routledge.
- Özdemir, M. (2016). An Examination of the Techno-pedagogical Education Competencies (TPACK) of Pre-service Elementary School and Preschool Teachers. *Journal of Education and Training Studies*, 4(10), pp. 70-78. doi.org/10.11114/jets.v4i10.1816
- Pendergast, E., Lieberman-Betz, R. G. & Vail, C. O. (2015). Attitudes and Beliefs of Prekindergarten Teachers Toward Teaching Science to Young Children. *Early Childhood Education Journal*, 45(1), 43-52. doi.org/10.1007/s10643-015-0761-y

- Peña, G. & Viña, A. (2001). *Análisis de las creencias de algunos docentes de educación inicial con referencia al enseñar*. Cuadernos de investigación educativa. Universidad ORT Uruguay. 1(9), 7-21. Recuperado de: http://www.ort.edu.uy/ie/pdf/CUAD_9.pdf
- Secretaría de Educación Pública (2017). *Nuevo Modelo Educativo. Gobierno de México*.
- Secretaría de Educación Pública. (2016). *Perfil, parámetros e indicadores para docentes y técnicos docentes. Ciclo escolar 2016-2017*. México: SEP. Recuperado de http://servicioprofesionaldocente.sep.gob.mx/portal-docente-2014-2018/content/ba/docs/2016/ingreso/PPI_INGRESO_BASICA_2016.pdf
- SEP/DGESPE. (2012a). *Orientaciones académicas para la selección y diseño de cursos optativos*. México.
- (2012b). *Educación ambiental para la sustentabilidad. Curso optativo*. México.
- (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), pp. 1-22.

CAPÍTULO

8

**Análisis de datos
cualitativos sobre
la formación inicial
docente y la enseñanza
de la ciencia**

Brenda Luz Colorado Aguilar¹
Berenice Morales González²

La formación inicial docente en la enseñanza de la ciencia representa un eje a considerar de manera sustantiva en el currículum de la educación normal. En ese sentido se destaca, de acuerdo con el INEE (2017), que constituye un proceso en el cual los ciudadanos gestionan los conocimientos, habilidades, actitudes, aptitudes y valores, que les son de utilidad para comprender e interactuar con el mundo, y a través de ello puedan socializar y tomar decisiones de forma ética acerca de diferentes temas tanto científicos como tecnológicos, con la finalidad de mejorar su calidad de vida.

En este capítulo, desde el paradigma cualitativo, se analizaron las percepciones de estudiantes normalistas de las licenciaturas de Preescolar, Primaria y Educación Especial de dos escuelas normales del estado de Veracruz. Para fundamentar la investigación, se utilizó el modelo TPACK (*technological, pedagogical and content knowledge*) que, de acuerdo con Cabero, Roig-Villa & Mengual-Andrés (2017), se construyó a partir de la propuesta de Shulman (1986). El modelo fue propuesto por Mishra & Koehler (2006) para delimitar los tipos de conocimientos que los docentes deben poseer para la integración de las TIC en el aula de manera eficaz.

A través de la teoría fundamentada como base metodológica para llevar a cabo el estudio, se procedió, de acuerdo con Strauss y Corbin (2002), de la propia recolección de datos y su análisis, estableciendo una relación estrecha para generar mayor conocimiento y comprensión de la realidad que se investiga. Aunque se percibe un proceso ambicioso el hecho de llevar a cabo un proyecto de investigación durante un ciclo escolar y paralelamente asumir el compromiso de difundir los hallazgos en ese mismo periodo, en este capítulo se comparte el análisis inicial como parte del proceso de socialización que fortalezca la construcción hacia un modelo de conocimiento sobre la enseñanza de la ciencia desde el modelo TPACK.

Como instrumentos de recolección de datos se utilizaron seis grupos focales realizados en diferentes sesiones en las dos escuelas normales participantes. Las primeras sesiones se llevaron a cabo en la Escuela Normal Veracruzana “Enrique C. Rébsamen” con docentes en formación de las licenciaturas en Educación Primaria (5 alumnos), Preescolar (4 alumnas) y Educación Especial (5 alumnas); en tanto que la segunda aplicación se

¹ Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos por la Universidad Veracruzana. Profesora en la licenciatura en Educación Preescolar de la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del Cuerpo Académico Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2).
E-mail: brendaluzcolorado@gmail.com

² Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos por la Universidad Veracruzana. Profesora en la licenciatura en Educación Especial de la BENV “Enrique C. Rébsamen” e integrante del Cuerpo Académico Políticas Públicas y Evaluación Educativa (BENVECR-CA2).
E-mail: berenice.morales.g@gmail.com

realizó en el Centro Regional de Educación Normal (CREN) también en las licenciaturas en Educación Primaria (6), Preescolar (5) y Educación Especial (6).

En el análisis de la información se identificaron subcategorías con códigos en diferentes niveles, que se agruparon en tres categorías principales: **I.** creencias ciencia y TIC, **II.** retos formación enseñanza ciencia-TIC, y **III.** percepción DIE (diseño, implementación y evaluación) de situaciones didácticas.

Se presenta a continuación el análisis de resultados iniciando con la primera categoría identificada:

I. Creencias ciencia y TIC

Los resultados en torno a la categoría de *creencias ciencia y TIC* se integraron por los significados que los docentes en formación otorgan a la ciencia y a las TIC, conjuntándose los elementos del modelo TPACK en cuanto a los conocimientos pedagógicos, disciplinares de la ciencia y tecnológicos (figura 8-1). La categoría concentró tres subcategorías que se especifican a continuación:

- *Significado de ciencia y enseñar ciencia*
- *Significado del aspecto pedagógico*
- *Significado del empleo de tecnología*

Por cuestiones de espacio a continuación se presentan sólo las discusiones que prevalecieron con mayor peso en cada subcategoría de acuerdo con la figura 8-1:

Significado de ciencia y enseñar ciencia: Esta subcategoría se relaciona con las percepciones de normalistas participantes con respecto a lo que para ellos significa la ciencia. Resulta interesante reconocer los hallazgos de tres códigos:

- *Conjunto de conocimientos.* Para los docentes en formación la enseñanza de la ciencia significa un conjunto de conocimientos o verdades a aprender y enseñar. Hay mayores opiniones en los participantes de la licenciatura de Primaria del CREN, por ejemplo:

Todo conocimiento, todo niño nace con la habilidad de pensar, con base en eso va creando su propia perspectiva de lo que es su mundo inmediato. Él solo va definiendo estos conceptos, pero para mí eso sería la ciencia: tener un conjunto de conocimientos en relación con cualquier temática, cualquier área (Primaria CREN).

- *Exploración vivencial del entorno natural y social.* Prevalció la discusión en ambas normales acerca de la ciencia como experiencias vividas, destacando el énfasis en lo práctico, en lo vivencial. A continuación se muestra un fragmento:

Las experiencias de salir y como de que escuchen el sonido, que huelan, que toquen, para ellas pues sí era significativo, aunque no saliéramos del mismo CAM, pero ellas pues estaban experimentando otro tipo de cosas (Especial BENV).

- *Proceso indagatorio.* Es la búsqueda de explicaciones que respondan a cuestionamientos acerca de los fenómenos naturales, del propio docente en formación y de los preescolares. Prevalcieron las opiniones en la normal de la BENV, como se muestra en el siguiente fragmento:

...la ciencia es todo, es todo porque son las preguntas de todo los que vivimos, de nuestro entorno. Entonces, la ciencia es la forma en la que uno le va a dar respuesta a eso que nosotros podemos observar y conocer (Preescolar BENV).

Significado del aspecto pedagógico. Esta subcategoría hace referencia a la manera como se percibe la interacción entre maestro y alumnos para que se construyan aprendizajes en relación con la ciencia. Se identificaron cuatro códigos (figura 8-1). El código más frecuente fue el siguiente:

- *Contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.* De acuerdo con las opiniones de los docentes en formación de ambas escuelas, prevalece un significado del aspecto pedagógico como los contenidos, sean de orden conceptual, procedimental o actitudinal acerca de la ciencia que son transferidos a los educandos en la práctica docente. Si bien el nivel de discusión estuvo distribuido en las dos escuelas, prevalecieron con mayor peso en las licenciaturas de Especial de la BENV y Primaria CREN (vea el siguiente párrafo).

Lo defino como un conjunto de saberes, de estrategias y de formas por las cuales puedo concretizar que un contenido los alumnos se apropien de él (Primaria CREN).

Significado de empleo de tecnología. Se trata de una subcategoría relacionada con las creencias o lo que significa para los estudiantes participantes el uso de la tecnología para enseñar contenidos en ciencia. Se hallaron tres códigos (figura 8-1) y aquellos de mayor peso fueron los siguientes:

- *La tecnología como posibilidad de cambio.* Es un código relacionado con el significado del uso de la tecnología, y se identifica con mayor peso la percepción acerca de la ventaja en el uso de la tecnología en la enseñanza de la ciencia para transformar aprendizajes mecánicos en aprendizajes más activos; pero no se percibe una idea que concrete esta visión. Se observa mayor discusión en Preescolar BENV y CREN, así como en primaria CREN, como indica el siguiente fragmento:

Creo que es muy necesario incluir la tecnología en todas las asignaturas; mucho más aún en Ciencias Naturales, porque es una asignatura que en la escuela primaria está minusvalorada. Los profesores le dedican poco tiempo y emplean estrategias tradicionales para abordarla, lo cual genera en los niños aburrimiento y desinterés. La tecnología podría ayudar a que esa visión sobre la ciencia cambie (Primaria CREN).

- *La tecnología y su uso instrumental.* En este código sobresale la percepción del empleo de herramientas con un uso instrumental para facilitar la enseñanza como, por ejemplo, para explicar cierto tema. Se hizo más presente en la licenciatura de Preescolar del CREN, según se observa en el siguiente fragmento:

...la utilizo, por ejemplo, a los niños de preescolar les llama mucho la atención lo que son los videos, este... pues por los coloridos (Preescolar CREN).

Sistema de códigos	PREESCOLAR BENV	PRIMARIA BENV	ESPECIAL BENV	PREESCOLAR CREN	PRIMARIA CREN	ESPECIAL CREN
Creencia ciencia y TIC						
Significado de ciencia y enseñar ciencia						
Conjunto de conocimientos						
Exploración vivencial del entorno natural y social						
Proceso indagatorio						
Significado aspecto pedagógico						
Atención a las características de alumnos						
Forma de emplear recursos didácticos						
Experiencia desplegada en la práctica						
Contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales						
Significado empleo de tecnología						
La tecnología como posibilidad de cambio						
La tecnología y su uso instrumental						
La tecnología y experiencias de aprendizaje ampliado						

Figura 8-1 Creencias en ciencia y TIC.

De acuerdo con el significado del constructo de *creencias* como “sistemas cognitivos de interpretación de la realidad educativa que permiten tomar decisiones y acciones en el campo escolar” (Rojas, 2014, p. 93), se localiza como hallazgo que, de acuerdo con las creencias de los normalistas, prevalece el significado de enseñar ciencia como la enseñanza y el aprendizaje de un conjunto de conocimientos. Tal postura difiere con la de Candela, Carvajal, Sánchez & Alvarado (2012), al considerar que la ciencia en el aula es “más que una acumulación de verdades, es un proceso de construcción de explicaciones, sobre los fenómenos naturales, donde se aprende más a razonar y buscar formas de validar lo que se piensa” (p. 40).

En cuanto al código *Exploración vivencial del entorno natural y social*, como significado que se le otorga a la ciencia y a enseñar ciencia, se concilia con una de las premisas básicas para favorecer su enseñanza ya que, de acuerdo con Robles (2017), “enseñar ciencias es aprender a ver, a escuchar, a oler, a saborear el mundo con los sentidos de la mente” (p. 78). Asimismo, la indagación, en conformidad con Bosch (2014), refiere una perspectiva metodológica que genera la participación de manera creativa y activa de maestros y estudiantes, así como una herramienta que propicia aprendizajes significativos y fortalece su desenvolvimiento en el ámbito social y escolar.

De esta forma, cabe señalar que existió mayor nivel de discusión acerca de la *indagación* en la licenciatura de preescolar de la BENV, resaltando que es en este nivel donde se favorece la construcción de aprendizajes utilizando esa estrategia. La SEP (2017) refiere este proceso como una actividad científica, en la cual se favorece la resolución de problemas a partir de los fenómenos que rodean a los alumnos, e “incluye varios procesos, como la observación y la experimentación, el análisis y la inferencia, la argumentación de evidencias, la reformulación colectiva de ideas, el planteamiento y la solución de problemas, así como la evaluación de resultados, entre otros” (p. 357).

La concepción acerca del aspecto pedagógico recae en los *contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales* en ambas escuelas como una forma de articular los conocimientos acerca de la ciencia, la forma de enseñarla y las actitudes para enseñar y favorecer aprendizajes en los estudiantes. De esta forma, en ambas escuelas normales se aprecian las percepciones de manera coincidente con una conceptualización que engloba los principales aspectos del proceso educativo.

En cuanto al uso de la tecnología, se percibe como *uso instrumental y posibilidad de cambio* en cuanto al significado que le dan los normalistas principalmente del CREN, resaltando el recurso y no su potencial para favorecer aprendizajes, así como una forma de mejora educativa ante el

avance tecnológico que perciben en la actualidad. Dichas percepciones se contraponen con la concepción que argumenta Coll (2009, p. 113) en cuanto al uso de la tecnología en el aula:

...la capacidad de transformación y mejora de la educación de las TIC debe entenderse más bien como un potencial que puede o no hacerse realidad, y hacerse en mayor o menor medida, en función del contexto en el que estas tecnologías son efectivamente utilizadas. Son, pues, los contextos de uso, y en el marco de estos contextos la finalidad que se persigue con la incorporación de las TIC, los que determinan su capacidad para transformar la enseñanza y mejorar el aprendizaje.

Los hallazgos en cuanto a los retos que enfrentan los normalistas con respecto a su formación en ciencia y TIC se exponen a continuación:

II. Retos formación en la enseñanza de ciencia-TIC

Esta categoría agrupó las percepciones de los normalistas en cuanto a las dificultades a resolver para favorecer el proceso de formación en la enseñanza de las ciencias y se concentraron cuatro subcategorías identificadas como *retos: curriculares, en contexto de práctica, del futuro docente y organización institucional*. En la tabla 8-1 se muestran las subcategorías con los códigos que emanan de cada una.

Tabla 8-1 Retos en la formación de la enseñanza sobre ciencia y TIC.

Curriculares	En contexto de práctica	Del futuro docente	Organización institucional
Necesidad de formación en ciencia y/o TIC para la práctica	Limitación para integrar las TIC en escuelas de práctica	Motivación interna hacia el aprendizaje permanente	Perfil en ciencia y TIC del docente formador
Formarse para la diversidad, la innovación y la complejidad	Limitación del pensamiento científico en escuelas de práctica	Miedo	Paros
Dar más peso a la ciencia en la práctica			
Mejorar conocimientos disciplinares en ciencia y/o tecnología			
Formación en TIC descontextualizada			
Vacío curricular en ciencia			
Vacío curricular en TIC			

A continuación, se mencionan las subcategorías emanadas y se establece una comparativa por licenciatura en las dos escuelas normales, según los retos para la formación en la enseñanza de la ciencia y TIC.

Curriculares. Esta subcategoría es referida a los retos percibidos por los normalistas que se relacionan con la selección curricular y la organización de saberes culturales-científicos en la formación inicial docente. Se incluyen siete códigos, de los cuales sobresalen:

- *Necesidad de formación en ciencia y/o TIC.* En este código se organizan los fragmentos donde los estudiantes recomiendan vincular la teoría vista en el salón de clase con la práctica, para así construir formas de aplicación *in situ*. Se observó mayor frecuencia en las licenciaturas de Preescolar y Primaria. Veamos un ejemplo de las discusiones:

...yo creo que algo que se volvería importante aquí en la Normal es que los aprendizajes o lo que nos enseñen se vuelvan algo significativo y ¿cómo se vuelve más significativo? Pues eso, dándonos ejemplos a lo mejor vivenciales, primero revisando teoría, nos vamos a un ejemplo vivencial entonces a uno le queda más claro (Preescolar BENV).

...que se tome mucho en cuenta la ejemplificación de cómo es el deber de enseñar ciencias, ya que a veces en ciertas ocasiones las lecturas no favorecen del todo ya que no son siempre comprensibles y una ejemplificación o una manera de enseñanza favorece que nosotros como estudiantes tengamos las herramientas necesarias para poder aplicarlas en nuestras prácticas (Primaria CREN).

- *Mejorar conocimientos disciplinares en ciencia y/o tecnología.* Es un código relacionado con la necesidad percibida para consolidar una formación inicial docente que enfatice el aprendizaje del normalista en cuanto a contenidos de ciencia y tecnología. El mayor número de fragmentos se ubicó en la licenciatura de Educación Especial del CREN, como se muestra a continuación:

...que busque (la escuela) la manera de empapar a los alumnos con este tipo de ciencia, de tecnología, porque es algo que en nuestra práctica es muy útil y que a veces no tenemos (Especial CREN).

En cuanto a los retos (curriculares, en contexto de práctica, del futuro docente y sobre organización institucional) se destaca que los enmarcados en la dimensión curricular posicionan el sentido de esta investigación que, desde el modelo TPACK, propone una mirada compleja para incidir en la mejora de la enseñanza de la ciencia desde la formación inicial docente. Para Archambault (2016), el modelo TPACK expone un entramado complejo de relaciones entre “estudiantes, maestros, contenido, tecnologías, prácticas y herramientas digitales” (p. 65). Hablar de retos curriculares no se limita al currículo como elaboración técnica del plan de estudios, sino de la praxis configurada a partir de una selección cultural.

Los retos curriculares se miran en esta subcategoría desde la perspectiva política del diseño curricular, referida a la cultura que se transmite, y a la selección, ponderación y organización metodológica de los contenidos o conocimientos en este caso, que se perciben valiosos para formar a un maestro que favorecerá el aprendizaje del mundo de las Ciencias Naturales en varias generaciones de alumnos de educación básica (Linuesca, 2012; Sacristán, 1996).

El diseño curricular, la selección de contenidos y la participación significativa de una comunidad de aprendices, desde la propuesta TPACK de Niess (2016), no son constructos separados, pues la creación de uno requiere de la interacción del otro. La enseñanza desde esta perspectiva concentra los elementos de diseño instruccional, la estructura y la organización de los contenidos, la presentación de las actividades y las formas de evaluación; esta dimensión de la enseñanza no sólo facilita el desarrollo de la dimensión cognitiva, sino que también es necesario que facilite la dimensión social para elevar las interacciones de los alumnos hacia mejores niveles de desempeño (Niess, 2016).

III. Percepción DE situaciones didácticas en ciencias

En la tercera categoría de análisis se integraron las percepciones de los normalistas con respecto a su formación inicial docente y el contenido disciplinar para enseñar ciencias, además de su formación en cuanto a conocimientos tecnológicos y pedagógicos. Dicha articulación se ve reflejada desde el modelo TPACK para explicar los resultados de análisis a partir de los datos que emergen entre la discusión de los normalistas.

Se identificaron tres subcategorías: *formación disciplinar*, *formación tecnológica* y *formación pedagógica*. A continuación, se explica cada una de ellas:

Formación disciplinar. Es una subcategoría referida a la percepción acerca de los espacios de formación para enseñar ciencia en la escuela normal y se subdivide en dos códigos:

- *Ciencias-cursos malla curricular*. Es un código relacionado con los cursos que los alumnos identifican que han contribuido para favorecer la enseñanza de la ciencia en su formación como normalistas. Prevalcen las asignaturas de la malla curricular que tienen que ver con ciencias naturales en las licenciaturas de Preescolar (*Exploración del Mundo Natural* y *Acercamiento a Ciencias Naturales*) y de Primaria (*Ciencias Naturales* y *Acercamiento a Ciencias Naturales*) en ambas normales. En la licenciatura en Educación Especial, prevalecieron las coincidencias en el curso Observación y Práctica Docente. Es importante señalar que en esta licenciatura las alumnas participantes cursaban el plan de estudios 2004, que no declara un espacio curricular delimitado para la disciplina de Ciencias Naturales.

También se revela como hallazgos que los docentes en formación identifican otros cursos de la malla curricular que tienen relación con la enseñanza de las ciencias de manera transversal. Se presentan los siguientes ejemplos:

Educación física: Lo que se veía mucho era el juego como una estrategia de aprendizaje y de enseñanza, qué elementos vas a utilizar para enseñar y no solamente el de desarrollo físico y salud, sino que el juego va en todo; entonces, puedes enseñar ciencias por medio del juego (Preescolar BENV).

Procesamiento información estadística: Fue uno de los cursos que son fundamentales para la formación docente: si uno sabe investigar, si uno sabe elaborar diferentes tipos de instrumentos, si los proyectos salen bien los resultados son favorables (Primaria CREN).

Trabajo de titulación: Porque investigamos una problemática, estamos buscando nuevas ideas, nuevos conocimientos, nuevos conceptos que nos ayuden a explicar o a interpretar la realidad (Preescolar CREN).

Ciencia-formación extracurricular. Se trata de un código relacionado con la formación de los estudiantes que han recibido de manera externa sus programas educativos, como apoyo para comprender o enseñar ciencia. Cabe destacar que en la normal del CREN se perciben con alta frecuencia la realización de eventos académicos que los estudiantes identifican como espacios que contribuyen en su formación extracurricular en ciencias (figura 8-2).

Esta subcategoría de formación disciplinar, relacionada con el conocimiento disciplinar (CK) o conocimiento de los maestros sobre los temas que se deben aprender o enseñar (Koehler & Mishra, 2009), se limita a los espacios curriculares o extracurriculares donde los alumnos normalistas perciben una intención formativa en la disciplina de Ciencias Naturales. Resulta complejo abonar un camino que concrete el entendimiento del conocimiento del contenido (CK) desde el modelo TPACK. Schmidt-Crawford, Shu-Ju, Wei & Yi (2016) identificaron a través del seguimiento de un estudio de caso sólo 2% de datos referentes al CK, de la totalidad de los datos recabados. Para estos autores, en las clases se identifica un manejo del contenido ya en transformación, es decir, un conocimiento pedagógico del contenido (PCK) según el constructo de Shulman (1986). Esta dificultad para discernir cada una de las dimensiones que compone el modelo TPACK la mencionan también Cabero *et al.* (2014).

Para Guerra (2012), la enseñanza de la ciencia es una profesión “creativa, intrincada y multifacética” (p. 82). La formación para la enseñanza de la ciencia entonces no se da una vez y para siempre, dado que el currículo científico tiene un carácter cambiante, que se mantiene en constante evolución. Por ello, se identifica también importante la intención institucional concreta hacia una cultura que promueva el conocimiento científico desde varios espacios curriculares y extracurriculares. Para la autora antes mencionada, la formación para la enseñanza de las ciencias en las escuelas normales sigue anclada en viejas prácticas que dificultan involucrar a los normalistas en un “enriquecimiento sistemático de sus prácticas reales” (p. 89).

Si bien en los normalistas participantes prevalece la idea que son los cursos con temática orientada a la ciencia aquellos que más aportan al manejo del conocimiento disciplinar de la ciencia, los datos divergentes subrayan la aportación de otros espacios formativos en la enseñanza de la ciencia, lo que hace ver el entramado complejo que va más allá de una organización formal del contenido disciplinar. Además, dentro del *corpus* de conocimiento de la investigación de la enseñanza de la ciencia y la formación docente, esta subcategoría disciplinar visi-

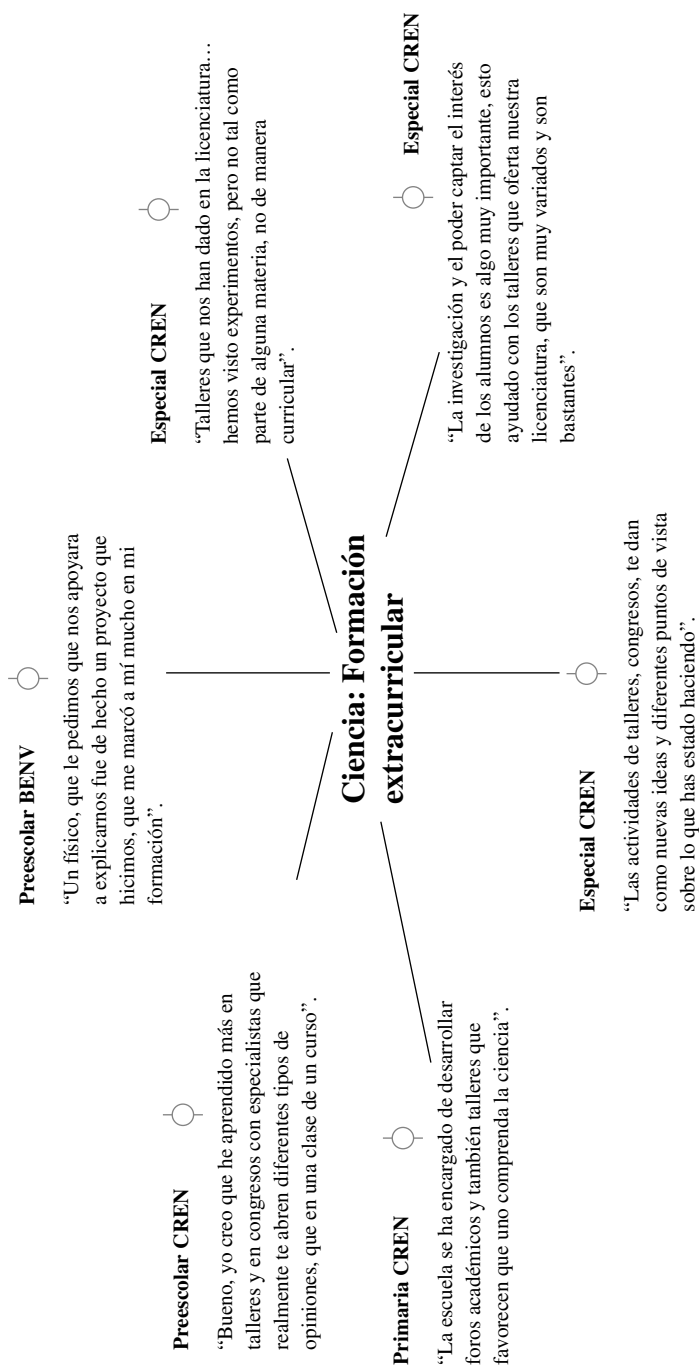


Figura 8-2 Formación extracurricular en ciencia.

biliza algunos aspectos difícilmente abordados como “la formación en la práctica y la transmisión de tradiciones docentes que opera por vías informales” (Candela *et al.*, 2012, p. 33) como se indica en los fragmentos de la figura 8-2.

- *Formación tecnológica.* Esta subcategoría se refiere a las percepciones en torno a *formación TIC curricular, formación TIC extracurricular, actitud personal positiva hacia las TIC, tipo de recurso digital, uso instrumental y gestión de las TIC y uso pedagógico de las TIC.*
- *Formación TIC curricular.* Este código se vincula con los cursos que de acuerdo con la malla curricular contribuyen en la formación de los docentes de las licenciaturas de Preescolar y Primaria en el uso de las TIC. Los cursos mencionados fueron las TIC en la Educación y Tecnología Aplicada a los Centros Escolares. Cabe señalar que, si bien son cursos curriculares, sólo los docentes en formación de la licenciatura en Primaria del CREN identificaron que los apoyaron en su formación.
- *Formación TIC extracurricular.* Este código da cuenta de la formación en TIC desde espacios extracurriculares, siendo los docentes en formación de la licenciatura de Especial del CREN quienes manifestaron que tuvieron apoyo en “talleres, que la misma escuela normal brindó, que puso y ofertó a todos los estudiantes que tuvieran interés en esto, y bueno esos talleres fueron desde la profesionalización en algún software, una profesionalización técnica, por ejemplo, en la utilización de la paquetería de Microsoft, por ejemplo, en el diseño de juegos pedagógicos educativos a través de la misma paquetería de Microsoft”.

Las demás subcategorías de *Formación tecnológica* se especifican en la tabla 8-2.

Tabla 8-2 Formación tecnológica.

Actitud personal positiva hacia las TIC	Tipo de recurso tecnológico	Uso instrumental y gestión de las TIC	Uso pedagógico de las TIC
Aprendizaje autodidacta	Software y recursos digitales		
Uso de recursos propios	Dispositivos tecnológicos		
	Ofimática		
	Red social		

Este conjunto de subcategorías presentó coincidencias en ambas normales como resultados de las opiniones generadas, donde el CREN tiene mayor presencia.

En la figura 8-3, los normalistas reconocen el empleo de la tecnología en el aula vinculado con la enseñanza de habilidades cognitivas y situaciones complejas que van más allá de la búsqueda por la repetición o reproducción de información, lo cual ubica esta percepción en el *uso pedagógico de las TIC*. Se destaca dentro del *tipo de recurso tecnológico* al empleo de *software* y *recursos digitales* con mayor frecuencia, así como los *dispositivos tecnológicos* que también incorporan los normalistas para enseñar ciencia, aunque con menor peso. Entonces, el *aprendizaje autodidacta* en el uso de la tecnología se enfatiza como parte de las actividades de la práctica de los docentes en formación, donde se menciona la utilización de los *recursos propios* para tales tareas docentes.

En la utilización de *software* y *recursos digitales*, así como en *dispositivos tecnológicos*, se muestra que los alumnos normalistas hacen un uso *instrumental* y *de gestión de las TIC* que se concibe como el uso de recursos tecnológicos sin especificar su aplicación relacionada con lo pedagógico.

Se debe precisar que se localiza un peso significativo entre los normalistas de la licenciatura de educación especial del CREN al reconocer cuándo se le da un uso pedagógico al software y a los recursos digitales, que paralelamente constituyen el tipo de tecnología que usan con mayor frecuencia. Lo anterior se contrapone con los retos que exponen en cuanto a la falta de formación en tecnología en el currículum de Educación Especial, que resuelven con el aprendizaje autodidacta para la implementación de la tecnología en la práctica.

En la literatura concerniente a la enseñanza de la ciencia y la formación inicial docente, Candela *et al.* (2012) mencionan la importancia de capacitar a los maestros en el uso formativo de la tecnología. Para efectos de este trabajo, el uso formativo se asume como uso pedagógico de la tecnología. Este conocimiento tecnológico en la formación inicial docente se concibe necesario para el desarrollo de nuevas escenografías comunicativas que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, el empleo de las TIC en el contexto educativo dependerá del grado de formación que tenga el maestro de ellas y de lo que sea capaz de hacer con esas herramientas, al adaptarlas para resolver problemas educativos que emerjan en el aula y al considerar las características tanto cognitivas como sociales de los alumnos (Cabero *et al.*, 2014).

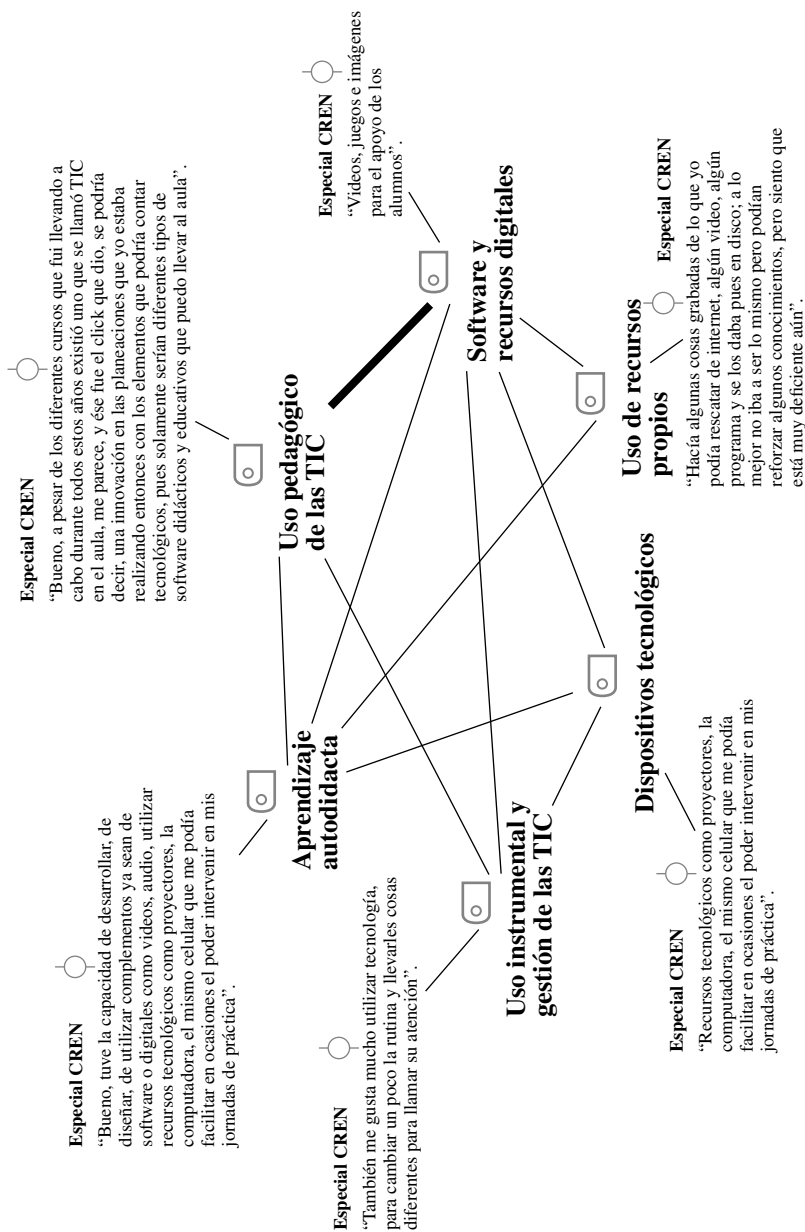


Figura 8-3 Mayor concurrencia de códigos en formación tecnológica.

El modelo TPACK es un modelo holístico que abona a la integración de la tecnología en las prácticas pedagógicas que promueven el aprendizaje de ciertos contenidos; sin embargo, no incluye el tema de soporte, de apoyo requerido para realizar esta integración de las dimensiones tecnológica, pedagógica y disciplinar atendiendo a las competencias reales de los docentes aún en formación, para aumentar la posibilidad de éxito o de alcance en lo que se propongan (Janssen & Lazonder, 2016).

Niess (2016) expande esta integración de la tecnología desde TPACK, sugiriendo la clarificación del sentido para incorporar la tecnología al enseñar ciertos contenidos; es decir, diseñadores o investigadores necesitan clarificar qué conocimientos tecnológicos es necesario enfatizar para delimitados contenidos o temáticas y para qué favorecerlos. Por consiguiente, el conocimiento tecnológico se percibe con alta relación al sentido que guarde para el logro de los objetivos a aprender y/o enseñar.

Formación pedagógica. En esta tercera subcategoría se presenta el mayor nivel de discusión mostrando un retrato significativo de las opiniones de los normalistas en cuanto a los *conocimientos complejos* y los *conocimientos técnicos*, para intervenir en las jornadas de práctica y favorecer el aprendizaje de los estudiantes de nivel básico.

- *Conocimientos complejos.* Se trata de un código relacionado para describir las circunstancias que refieren los docentes en formación en el ejercicio del diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas en ciencia, para intervenir en las jornadas de práctica. Los subcódigos implicados fueron:
 - *Intervención potenciada por características del entorno:* Cuando el proceso de intervención se ve influido de manera favorable por el contexto.
 - *Vinculación teoría y práctica:* Relacionar la teoría y la práctica para llevar a cabo estrategias pedagógicas.
 - *Ajustes según necesidades a características de alumnos:* Reconocimiento de los ajustes que requiere la aplicación de estrategias en la enseñanza, a partir de necesidades o características del grupo.
 - *Cómo se evalúa el aprendizaje y la enseñanza:* Cómo y de qué manera se evalúa.
 - *Actitudes, valores:* Reconocer en la dimensión pedagógica los elementos actitudinales necesarios en el docente normalista y en las actitudes que tienen que favorecer en los alumnos de educación básica para que ellos aprendan ciencia.

- *La práctica como proceso de construcción*: Construcción de actividades como actividad reflexiva del docente.
- *Herramientas fundamentales para planear*: Hace alusión a la forma de diseñar e implementar la planeación y su argumentación con los elementos necesarios para llevar a cabo su práctica docente.

A continuación, se presenta un comparativo de datos recopilados según las escuelas normales participantes, para analizar el comportamiento que se deriva en los conocimientos complejos.

En las licenciaturas en Preescolar (figura 8-4) los normalistas dan prioridad a los *ajustes según necesidades o características de alumnos*. Este subcódigo se ejemplifica a continuación con la siguiente opinión:

...para la enseñanza de las ciencias los niños aprenden de distinta manera, entonces para poder incluirlos si tenemos a un niño que los videos no es su estilo de aprendizaje, entonces de qué manera puedes llevar al niño, porque todos son diversos, entonces esa diversidad la tienes que atender (Preescolar BENV).

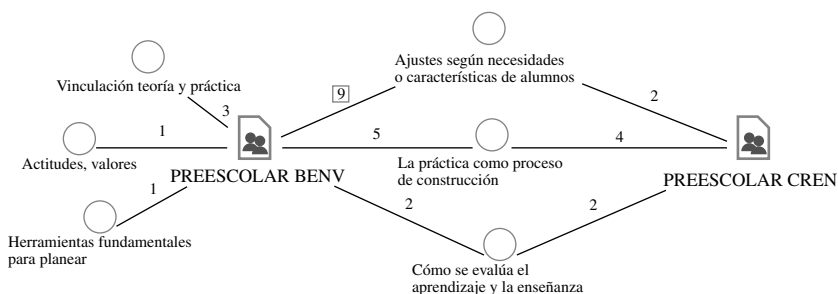


Figura 8-4 Conocimientos complejos en la licenciatura en Educación Preescolar.

Para la licenciatura en Educación Primaria las prioridades se organizaron como se observa en la figura 8-5, en el subcódigo *La práctica como proceso de construcción*. A continuación, se muestra un ejemplo:

... Bueno, pues como ya lo había dicho antes, cuando uno está ya en la práctica uno pone a prueba lo que has aprendido en la normal, y pues entonces te das cuenta de que una sola materia puede estar relacionada con las demás y en el mo-

mento en el que uno está dando una clase, desarrollas diferentes cosas, diferentes habilidades, cosas que no te enseñan a lo mejor de manera indirecta en la normal, pero saben los maestros de ahí de antemano que lo vas a desarrollar y lo vas a hacer (Primaria CREN).

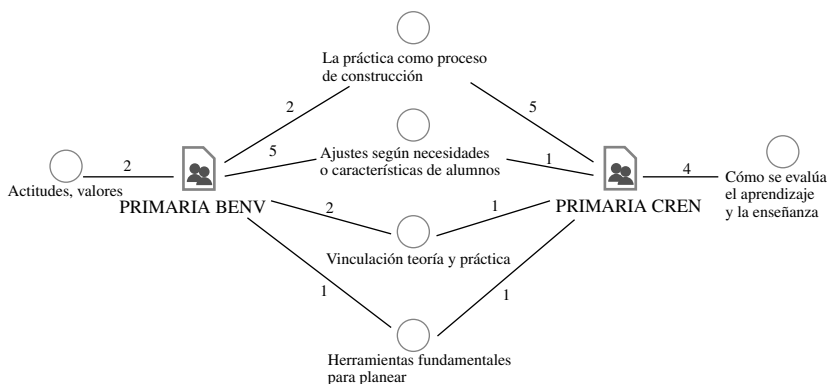


Figura 8-5 Conocimientos complejos en la licenciatura en educación primaria.

En las licenciaturas de Educación Especial (figura 8-6), los normalistas de la BENV dan prioridad a *la vinculación teoría y práctica* y a los *ajustes según necesidades o características de alumnos*. Se ejemplifican a continuación:

Vinculación teoría y práctica:

...poco a poco vamos juntando los elementos necesarios para pasar a una parte fuerte que es la “práctica intensiva”, es aquí donde considero que consolidamos lo que sí adquirimos y nos damos cuenta de lo que adquirimos durante la carrera y también nos damos cuenta de las deficiencias... (Especial BENV)

Ajustes según necesidades o características de alumnos:

...lo más prudente de acuerdo con las necesidades de los alumnos, además, bueno, yo creo que todas en conjunto, cada una como de Educación Especial, cada una de las materias con discapacidad que tenemos porque, a partir de ello, de las características que conocemos de los alumnos, podemos diseñar estrategias para poder atender esas necesidades que presentan (Especial BENV).

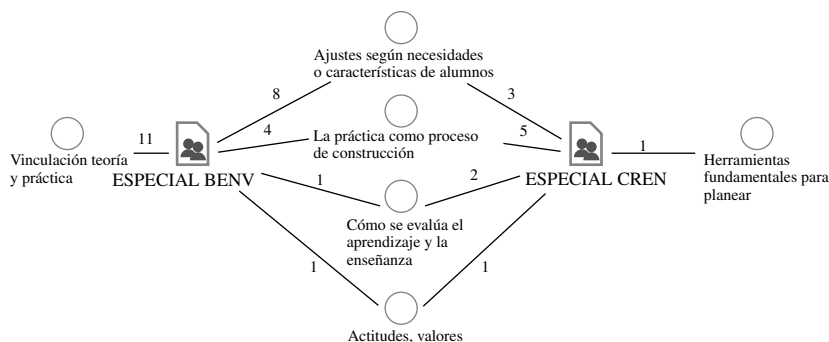


Figura 8-6 Conocimientos complejos en la licenciatura en Educación Especial.

En la licenciatura en Educación Preescolar y Especial de ambas normales, y en los resultados en cuanto a la movilización de conocimientos complejos se evidencia de manera prioritaria el hecho de promover este tipo de conocimientos en cuanto a realizar ajustes en las jornadas de práctica de acuerdo con las características y necesidades de los estudiantes, así como el proceso de construcción que realizan a lo largo de su formación con base en sus experiencias en las intervenciones docentes. Cabe resaltar que de manera particular la licenciatura en Especial de la BENV otorga peso a la vinculación de la teoría con la práctica para favorecer la adecuación de estrategias de aprendizaje.

Es importante identificar las relaciones que emergen a través del análisis del contenido del discurso en los grupos focales, pues se evidencia la forma como se relacionan estos conocimientos con otras subcategorías para explicar la forma en la cual realizan el proceso del diseño, desarrollo y evaluación de situaciones didácticas cuando intervienen en la práctica.

En este análisis se destacan (figura 8-7) las licenciaturas de ambas escuelas con mayor nivel de discusión y es en las licenciaturas de Educación Especial y Primaria de la BENV donde resaltan las concurrencias con mayor peso, estableciendo una estrecha vinculación entre cuatro de los denominados conocimientos complejos:

- *Ajuste según las necesidades o características de alumnos*
- *La práctica como proceso de construcción*
- *Vinculación teoría y práctica*
- *Cómo se evalúan la enseñanza y el aprendizaje*

La vinculación entre estos conocimientos se explica con la percepción de los normalistas cuando se enfrentan a las actividades de interven-

ción, y establecen conexión con las situaciones que enfrentan en cuanto a los ajustes que realizan en sus acciones docentes de acuerdo con las características de los alumnos. En este proceso van construyendo su formación en la práctica y estableciendo vinculación con la formación recibida en la escuela normal entre lo teórico y lo práctico para su desempeño docente, y para la reflexión en torno a qué y cómo evaluar.

Así, en esta concurrencia o coincidencia de conocimientos complejos intervienen situaciones específicas emergiendo una vinculación con otras subcategorías que influyen en las experiencias de práctica de los normalistas.

De esta forma, como tema central en el análisis del contenido de los grupos focales de ambas escuelas se reconocen los *conocimientos complejos*, porque se detecta amplia discusión y concurrencia estableciendo la relación entre la formación recibida y la forma en la cual llevan a cabo sus actividades de intervención, donde el uso pedagógico del software y recursos digitales como tipo de tecnología empleada se destaca por parte de la normal de la BENV en la licenciatura de Educación Especial, así como en la formación en cuanto a las estrategias para implementar en la práctica, y la modalidad de proyectos como la más empleada de manera formal (figura 8-7). Las principales concurrencias localizadas son:

1. *Ajuste según las necesidades o características de alumnos con Software y recursos digitales y Uso pedagógico de las TIC*, como una concurrencia de peso importante, en la cual los normalistas encuentran estrecha vinculación al implementar el uso pedagógico de recursos digitales y/o algún programa de cómputo de acuerdo con las características del grupo.
2. *En la práctica como proceso de construcción* se identifica que los normalistas destacan las *actividades vivenciales* con el uso de la *modalidad de proyectos*.
3. Se detecta vinculación entre los conocimientos complejos en cuanto a *cómo se evalúa el aprendizaje y la enseñanza* en las actividades de *práctica* como un *proceso de construcción* en su formación.
4. *La vinculación teoría y práctica*. Los docentes en formación establecen la relación entre teoría y práctica a través de la *asignatura (observación y práctica docente)*, espacios curriculares donde se abordan los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales a enseñar, así como en las estrategias didácticas que pondrán en marcha en la intervención docente. Así, también localizan vinculación teoría y práctica asociada con una necesidad de

formación en ciencia y TIC para la práctica (como reto curricular) y con el curso de Planeación de la Enseñanza y Evaluación del Aprendizaje (la asignatura donde se forman para establecer la vinculación entre lo teórico y lo práctico).

Por último, se presentan los hallazgos más relevantes ubicados en *Conocimientos técnicos* como parte de la tercer subcategoría: *Formación pedagógica*.

- *Conocimientos técnicos*. Es un código referido a los conocimientos percibidos por los estudiantes entrevistados con respecto a estrategias/actividades específicas, implementadas cuando realizan jornadas de práctica. Integra cuatro subcódigos que se muestran en la tabla 8-4.

Tabla 8-4 Conocimientos técnicos.

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Estrategias utilizadas</i>: Forma de organizar y planear las actividades educativas en el contexto de práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Como una investigación</i> • <i>Aprendizaje invertido</i> • <i>Materiales concretos (maquetas)</i> • <i>Charlas con especialistas</i> • <i>Empleo de material didáctico</i> • <i>Juegos</i> • <i>Aprendizaje basado en problemas</i> • <i>Cuestionamiento</i> • <i>Actividades vivenciales</i> • <i>Experimentos</i> • <i>Modalidad de proyectos</i> • <i>Estudio de caso</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Estrategias recibidas para aplicarlas</i>: Reconocimiento de una formación en la normal que brinda estrategias pedagógicas que los normalistas reconocen como aplicables en la práctica docente. 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fuentes referenciales como conocimientos</i>: Empleo de referencias bibliográficas, fuentes directas, recursos materiales para abonar a la didáctica de la clase. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Referencias de internet</i> • <i>Recomendación de alumnos o maestros</i> • <i>Referencias bibliográficas</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Lo que deben saber los niños. Contenidos</i>: Formación docente en cuanto al nivel de comprensión de los niños preescolares en relación con el tema de la ciencia. 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Planear correctamente</i>: Cómo elaborar planeaciones didácticas para organizar la práctica. 	

En la figura 8-8 se relacionan dos de los subcódigos que emergieron dentro de los conocimientos técnicos. Se nota que la percepción de *planear* “correctamente” y la percepción de la formación pedagógica

como aquello *que deben saber los niños* se relaciona con la creencia sobre aspectos pedagógicos como conjunto de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales y con el subcódigo *Vinculación teoría-práctica* ubicado en *Conocimientos complejos*.

En la subcategoría de formación pedagógica se revela tensión entre la teoría y la práctica, apostando a la teoría como el conocimiento aprendido o transmitido en la escuela normal y a la práctica se le entiende en un sentido “aplicacionista” (UNESCO, 2006, p. 33). Es decir, el normalista aprende la verdad desde la teoría para aplicarla de la forma “más fiel posible” (p. 33) en las escuelas de educación básica durante las jornadas de práctica. En oposición a este planteamiento, una posición más conciliadora pero compleja implica la formación pedagógica que integre componentes prácticos y teóricos en una relación dialéctica para dar respuesta a problemas reales, a características o a necesidades del alumnado de educación básica.

La mirada compleja para incidir en la formación inicial docente y la enseñanza de las ciencias destaca la importancia de atender a este fenómeno, no desde la propuesta acotada a estructuras curriculares o extracurriculares definidas, sino a visualizarlo desde la percepción del todo y la parte, considerando disciplinas diversas como planeación, bases psicológicas del aprendizaje, motivación interna hacia el aprendizaje, evaluación del aprendizaje, así como condiciones diversas también como características del entorno de práctica. De esta manera, se resalta la integración de saberes en tanto sea necesario “construir hilos comunes tras los saberes particulares, mediante la interrelación de niveles, esquemas y contextos” (Tobón, 2013, p. 37), que entrelacen las dinámicas sociales, contextuales y personales para la mejora de la enseñanza de las ciencias, desde la formación inicial docente.

El trabajo de Archambault (2016) y Niess (2016) expande el acercamiento al modelo TPACK en condiciones reales de práctica, y no sólo resalta la importancia de clarificar el sentido de la integración tecnológica, sino también menciona que es importante esclarecer los conocimientos de las concepciones de los estudiantes, lo que saben sobre un determinado tema con el apoyo de cierta tecnología; y desentrañar el conocimiento del currículo y los cursos curriculares en la integración de la tecnología y el conocimiento de estrategias instruccionales y representaciones de ciertos temas con apoyo de la tecnología.

Conclusiones

El acercamiento con 14 normalistas de la BENV y 17 del CREN permitió analizar las percepciones en torno a su formación recibida en conocimientos pedagógicos disciplinares en ciencia y tecnológicos, donde la articulación de tales elementos se fundamentó en el modelo TPACK. Dicha conjunción de conocimientos concedió identificar categorías y subcategorías que relacionan la formación inicial promovida en el transcurso de los cuatro años y cómo se ha contribuido en el diseño, implementación y evaluación de situaciones didácticas. Esta relación de contribución cobra importancia en la reflexión que emana a partir de situaciones de observación y práctica docente, considerando estas actividades como momentos clave para la profesionalización como futuros docentes.

A partir de las categorías principales **I.** creencias ciencia y TIC, **II.** retos formación enseñanza ciencia-TIC y **III.** percepción DIE (diseño, implementación y evaluación) de situaciones didácticas, se destacan los siguientes hallazgos:

En relación con la primera categoría, los alumnos participantes coinciden de manera más frecuente en considerar a la ciencia como un conjunto de conocimientos a enseñar, también conciben a la tecnología como una herramienta que potencia la transformación de aprendizajes mecánicos, aunque no se perciben aún estrategias concretas que apoyen esa percepción. En lo que respecta al significado, el aspecto pedagógico en la práctica, éste lo perciben como los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que deben poseer para enseñar ciencia a los alumnos de educación básica.

En las creencias de los futuros docentes con respecto a lo que significa para ellos la ciencia y su enseñanza, el empleo de la tecnología y los aspectos pedagógicos que se implican en este proceso, se estima una subcategoría relevante para modificar el *statu quo* dentro de las prácticas de los normalistas. Para Günes y Bahçivan (2016) hay un vacío en la literatura que evidencia relación entre variables críticas como creencias epistemológicas, concepciones sobre la enseñanza y aprendizaje en la ciencia y niveles de conocimiento docente desde TPACK. Por eso, los avances de esta investigación en relación con creencias se consideran importantes para profundizarse.

En lo que respecta a la segunda categoría identificada con los retos percibidos por los alumnos normalistas en la enseñanza de la ciencia

con integración de la tecnología, se reconocieron siete códigos que conformaron la subcategoría de retos curriculares, a diferencia de las otras tres subcategorías (retos en contexto de práctica, retos del futuro docente y retos ubicados en la organización institucional) que se conformaron por dos códigos (tabla 8-1). De tal forma que los retos curriculares en sí son una subcategoría intrincada que de manera prioritaria se distingue por evidenciar desde la percepción de los participantes una necesidad de formación en ciencia y TIC en la escuela normal, para construir formas de enseñanza de la ciencia para la práctica docente.

Así, en la tercera categoría relacionada con la percepción de diseño, intervención y evaluación de situaciones didácticas en ciencias, los hallazgos constituyeron tres subcategorías: formación disciplinar, formación tecnológica y formación pedagógica.

Los alumnos participantes identifican de manera prioritaria los cursos de la malla curricular que tienen que ver con la enseñanza de la ciencia como los espacios que más inciden para saber enseñar ciencia. Sin embargo, también se identifican otros cursos de diferente trayectoria formativa como Educación Física o Trabajo de Titulación, o bien, espacios extracurriculares, lo cual permite abonar a la comprensión de un fenómeno que no se acota a una delimitada organización curricular del contenido científico, sino de un fenómeno transdisciplinar complejo que se va conformando por vías también no formales. Este análisis más amplio también coincide con la formación tecnológica y los espacios curriculares y extracurriculares como apoyos para saber enseñar ciencia con la integración de herramientas tecnológicas.

Tomando en cuenta que la formación pedagógica se considera como una subcategoría eje por los resultados localizados de mayor peso, se estima que proporcionará elementos significativos para la construcción del modelo teórico que se espera desarrollar a partir de esta investigación, dado que a través de análisis de concurrencia se visualizan las subcategorías que retratan configuraciones complejas para enseñar ciencia, y aquellas concurrencias indican una relación que retrata prácticas asentadas en interacciones aplicacionistas o técnicas. En ambas configuraciones emergen relaciones distintas con los significados asumidos hacia la ciencia, la tecnología y la pedagogía, así como con las demás categorías y subcategorías.

De esta forma se identifica que la tecnología es un tema crítico en el sentido de que se revela su uso para construir socialmente el conocimiento en espacios dialógicos cada vez más abiertos y ubicuos. Una mirada pedagógica hacia la enseñanza de la ciencia con el apoyo de la tecnología obliga a discernir entre la reproducción en aulas

virtuales de ciertas metodologías tradicionales y la creación de prácticas innovadoras (Cabero *et al.*, 2014), desde una relación reflexiva-conciliadora, dialéctica y compleja de la práctica docente. Por lo que se espera que a partir de este primer acercamiento se contribuya a emanar algunos indicadores para abonar a una mayor comprensión y construcción de los conocimientos docentes importantes, para transformar la enseñanza de la ciencia desde la formación inicial docente. Queda pendiente la integración de los hallazgos de orden cualitativo con los resultados emanados desde la perspectiva cuantitativa enunciados en el capítulo anterior.

Referencias

- Archambault, L. (2016). Exploring the Use of Qualitative Methods to Examine TPACK. En Herring, M., Koheler, M., Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 65-86). Nueva York: Routledge.
- Bosch, C. (2014). Un vistazo al programa La ciencia en tu escuela. *Educación Matemática*, 26(1), pp. 73-96.
- Cabero, J., Barroso, J., Cadena, A., Castaño, C., Cukieman, U., Llorente, C. & Puentes, A. (2014). *La formación del profesorado en TIC: Modelo TPACK*. Sevilla: Publidisa.
- Cabero, Julio, Roig, R. & Mengual, S. (2017). Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares de los futuros docentes según el modelo TPACK. *Digital Education Review*, pp. 32, 73-84.
- Candela, A., Carvajal, E., Sánchez, A. & Alvarado, C. (2012). La investigación en las aulas de ciencias y la formación docente. En *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México* (pp. 57-76). México: INEE. Recuperado de: <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/C/227/P1C227.pdf>
- Coll, C. (2009). Las TIC en el aula. Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. En Carneiro, R., Toscano, J. C., Díaz, T. (Coords.), *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo* (pp. 111-113). Recuperado de: http://postitulo.secundaria.infed.edu.ar/archivos/repositorio/500/745/Coll_Desafios_TIC.pdf
- Günes, E. & Bahçivan, E. (2016). A multiple case study of preservice science teachers' TPACK: Embedded in a comprehensive belief system. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(15), 8040-8054.

- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2017). Estudio comparativo de la propuesta curricular de ciencias en la educación obligatoria en México y otros países. Recuperado de <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/F/211/P1F211.pdf>
- Jannsen, N. & Lazonder, A. (2016). Support for Technology Integration: Implications From and For the TPACK Framework. En Herring, M., Koheler, M., Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 119-130). Nueva York: Routledge.
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9, pp. 60-70. doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009
- Linuesa, M. C. (2012). Diseñar el currículum: Preveer y representar la acción. En G. Sacristán, R. Feito, P. Perrenoud, & M. C. Linuesa (Eds.), *Diseño, desarrollo e innovación del currículum* (pp. 13-24). México: Morata.
- Mishra, P. y Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher. *Teachers College Record*, 108(6), pp. 1017-1054. Recuperado de: http://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf
- Niess, M. (2016). Transforming Teachers' Knowledge for Teaching With Technologies: An Online Learning Trajectory Instructional Approach. En Herring, M., Koheler, M., Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 131-142). Nueva York: Routledge.
- Robles, M. (2017). *Enseñar ciencias. Muchas veces me han preguntado: ¿porqué enseñar ciencias?* RED INEE, Revista de evaluación para docentes y directivos, 6 (2), pp. 75-78. Recuperado de: <https://www.inee.edu.mx/images/stories/2017/red/Red06.pdf>
- Sacristán, G. (1996). *El currículum: una reflexión sobre su práctica* (sexta edición). Madrid, España: Morata.
- Schmidt-Crawford, D. A., Shu-Ju, D. T., Wei, W. & Yi, J. (2016). Understanding Teachers' TPACK Through Observation. En Herring, M., Koheler, M., Mishra, P. (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 107-118). Nueva York: Routledge.
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Nuevo Modelo Educativo. Gobierno de México*.

- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14. doi.org/10.3102/0013189X015002004
- Strauss, A. & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Tobón, S. (2013). Formación Basada en Competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- UNESCO. (2006). *Modelos innovadores en la formación inicial docente*. Santiago, Chile: OREALC/UNESCO.
- Zaranis, N. & Oikonomidis, V. (2016). The main factors of the attitudes of Greek kindergarten teachers towards information and communication technology. *European Early Childhood Education Research Journal*. doi.org/10.1080/1350293X.2014.970853

CAPÍTULO

9

La ciencia en la formación docente inicial: logros, retos y perspectivas

Carolina Colunga Jiménez¹
Imelda Godínez Zaragoza²
Bertha Laura González del Ángel³
Dulce María Pérez Martagón⁴

La importancia de la ciencia en la formación de los niños

Durante mucho tiempo, la enseñanza de la ciencia quedó relegada hacia un segundo plano y se privilegiaron los contenidos de las denominadas materias instrumentales, como español y matemáticas (Fumagalli, 1998). En 2000, la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) planteó la necesidad urgente de renovar, ampliar y diversificar la educación básica para todos en el campo de las ciencias, con el argumento de que, al lograr alcanzar las competencias y los conocimientos científicos y tecnológicos, se estaría en posibilidad de participar de manera significativa en la sociedad. Aunque parece innecesario tener que justificar la presencia de la ciencia en la escuela primaria, la realidad obliga a tener que argumentar razones por las cuales es preciso abordar contenidos científicos en el aula, de acuerdo con Cañal, García y Cruz (2016):

La necesidad de alfabetizar científicamente a la ciudadanía es, actualmente, una cuestión clave en el ámbito de la educación. El solo hecho de proveer a las personas de herramientas intelectuales básicas, para satisfacer su curiosidad por comprender los fenómenos naturales y tecnológicos que perciben a diario, sería suficiente argumento para justificar la educación científica como pilar básico del desarrollo social y cultural de nuestra civilización (p. 39).

En más de una ocasión se ha planteado la necesidad de una formación científica sólida en los ciudadanos como parte de los requisitos

¹ Doctorante en Ciencias Jurídicas, Administrativas y de la Educación por la Universidad de las Naciones. Profesora en la licenciatura en Educación Primaria en el Centro Regional de Educación Normal “Dr. Gonzalo Aguirre Beltrán”, integrante del CA Innovación de la Práctica Educativa. E-mail: colunga2705@hotmail.com

² Doctorante en Ciencias Jurídicas, Administrativas y de la Educación por la Universidad de las Naciones. Profesora en la licenciatura en Educación Primaria en el Centro Regional de Educación Normal “Dr. Gonzalo Aguirre Beltrán”, integrante del CA Innovación de la Práctica Educativa. E-mail: melyzar@hotmail.com

³ Doctorante en Ciencias Jurídicas, Administrativas y de la Educación por la Universidad de las Naciones. Profesora en la licenciatura en Educación Primaria en el Centro Regional de Educación Normal “Dr. Gonzalo Aguirre Beltrán”, integrante del CA Innovación de la Práctica Educativa. E-mail: blauraglez@hotmail.com

⁴ Maestra en Educación Básica por la Universidad Pedagógica Veracruzana. Profesora en la Licenciatura en Educación Primaria en el Centro Regional de Educación Normal “Dr. Gonzalo Aguirre Beltrán”, integrante del CA Innovación de la Práctica Educativa. E-mail: pemd7701@hotmail.com

para que una nación progrese. Esta responsabilidad, como muchas otras, ha sido asignada al docente de educación básica, quien es el encargado de promover una cultura científica que logre involucrar a todos, incluyendo a niños y jóvenes de los grupos menos favorecidos. La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS, por sus siglas en inglés) ha señalado que cuando se descuida la educación en ciencia, se despoja a las personas de aspectos esenciales para su desarrollo, “dejándolas en desventaja para toda la vida y privando a la nación de trabajadores talentosos y ciudadanos informados, una pérdida que el país podría lamentar” (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1997 p. 223).

Formulado hace más de 20 años, este planteamiento no ha tenido el eco esperado, ya que el énfasis en la enseñanza sigue estando en el proceso de adquisición de conocimientos, más que en la formación integral de ciudadanos. Desde la visión de Furman (2016), se hace necesaria la formación científica a temprana edad, ya que las experiencias que adquieren los niños forman las bases del pensamiento científico y la tarea del docente consiste, precisamente, en favorecerlo. Enseñar ciencia implica también beneficiar los elementos que intervienen en su conformación, entre los cuales destacan las actitudes científicas y las destrezas de procedimiento, que son piezas clave para consolidar el aprendizaje comprensivo (tabla 9-1).

Tabla 9-1 Aprendizaje comprensivo.

Actitudes científicas	Destrezas de procedimiento en acción
<ul style="list-style-type: none"> • Curiosidad • Respeto de las pruebas • Flexibilidad • Reflexión crítica • Sensibilidad a los seres vivos y al medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Elaboración de hipótesis • Predicción • Investigación • Derivación de conclusiones • Comunicación

Fuente: Elaboración propia, a partir de Harlen (1999, pp. 71-112).

Una evidencia que permite percibir la curiosidad que tienen los niños con respecto al entorno se pone de manifiesto en la cantidad de preguntas que hacen a quienes les rodean. Para muchos padres y docentes, estos cuestionamientos no tienen relevancia y los consideran un “síntoma de la edad”, cuando en realidad son un esfuerzo por tratar de entender el entorno donde los pequeños se desenvuelven. Los niños preguntan: *¿A dónde va el agua de lluvia cuando cae al suelo?, ¿por qué los perros siempre tienen la nariz húmeda?, ¿por qué si la Tierra es redon-*

da, el agua del mar no se cae?, ¿por qué las vacas, cuando están acostadas, siguen masticando aunque ya no estén comiendo hierba?, ¿por qué a las garzas les gusta viajar encima de las vacas, si ellas pueden volar? Esos y muchos otros cuestionamientos surgen de las experiencias que los niños van teniendo y necesitan encontrar una respuesta satisfactoria.

Para entender el mundo que nos rodea y poder responder planteamientos como los anteriores, hay conceptos que resultan útiles: filtración del agua y mantos acuíferos, regulación de la temperatura corporal en animales, fuerza de gravedad, regurgitación y alimentación de animales rumiantes, y relaciones de mutualismo en animales. Sin embargo, es preciso entender que explicar los conceptos científicos o dar la respuesta a los niños no siempre son las mejores alternativas, pues algunas veces ayuda más experimentar, observar detenidamente el fenómeno o plantear nuevas preguntas, porque esas primeras interrogantes pueden ser el inicio de una formación científica que permita favorecer el pensamiento crítico y científico. Visto de esta manera, la educación científica que brinda el docente en el aula “tiene el gran reto de enseñar a los escolares a pensar sobre la realidad del mundo físico natural a la luz de la ciencia y de los mecanismos que ésta utiliza para ir explicándolos” (Pujol, 2007, p. 83).

Pese a los argumentos anteriores, es necesario reconocer que los alumnos de educación primaria “parecen no tener conciencia de la relación que existe entre sus actividades en la ciencia escolar y el mundo que los rodea, y no ven el sentido de estudiar cosas que perciben como una serie de hechos desconectados” (Harlen, 2010, p. 1). Evidentemente esta desconexión tiene un origen profundo, el cual se relaciona con las formas en las que el contenido científico ha llegado a ellos y que la mayoría de las veces se caracteriza por estructuras rígidas de clase basadas en la memorización y la repetición, así como en actividades mecánicas y tradicionales centradas en el discurso del profesor. Quizás esto se deba a que algunas prácticas relacionadas con la ciencia en el aula se asocian con los conceptos que los docentes tienen sobre ella, así que “cada maestro o maestra tiene su propia forma de concebir cómo se aprende y ello condiciona su manera de entender cómo enseñar” (Pujol, 2007, p. 83).

Los alumnos se acercan de forma distinta a los contenidos científicos: “Algunos niños, quizás por su naturaleza y por experiencias anteriores, son más curiosos, tienen más interés por saber y explorar; mientras que en otros casos el profesor debe crear situaciones didácticas que enciendan la emoción positiva y la curiosidad” (Cañal *et al.*, 2016, p. 9). Crear escenarios y situaciones propicias para la construcción de una cultura científica se convierte en todo un reto y son muchas las situaciones

que inciden, determinando la forma como el profesor organiza el trabajo con sus estudiantes; pero quizá una explicación consistente radica en el hecho de que las estrategias empleadas para enseñar ciencia tienen un origen que alude, más que a los enfoques de los programas, a la manera como los profesores aprendieron ciencia, convirtiéndose en esquemas difíciles de abandonar o reestructurar.

De acuerdo con el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE, 2016), uno de los problemas centrales del sistema educativo mexicano es la escasa cobertura educativa, aunque también destaca “la falta de infraestructura, el inadecuado equipamiento de los centros escolares, su falta de conectividad a internet, así como la alta proporción de alumnos por docente” (p. 130). Y esto parece estar altamente relacionado con lo que ocurre en muchos otros países. Pero los aspectos mencionados no pueden ser los únicos que expliquen nuestros bajos resultados en evaluaciones internacionales; en realidad, hay una mezcla difusa y compleja que entrelaza factores de muy diversa índole y que nos posicionan en los últimos lugares de diferentes valoraciones.

Con respecto al área de ciencias, desde el año 2000 las pruebas del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) incluyeron, además de la evaluación de las áreas de lectura y matemáticas, la valoración de la competencia científica (*scientific literacy*). En los exámenes de PISA 2015, la competencia abarcó “tres subescalas: explicar fenómenos de manera científica; evaluar y diseñar la investigación científica, e interpretar datos y evidencias científicas” (INEE, 2016, p. 39). Los resultados obtenidos por estudiantes que cursan el último grado de educación básica en México no fueron nada alentadores (figura 9-1) y denotan una grave deficiencia en términos de aprendizaje científico.

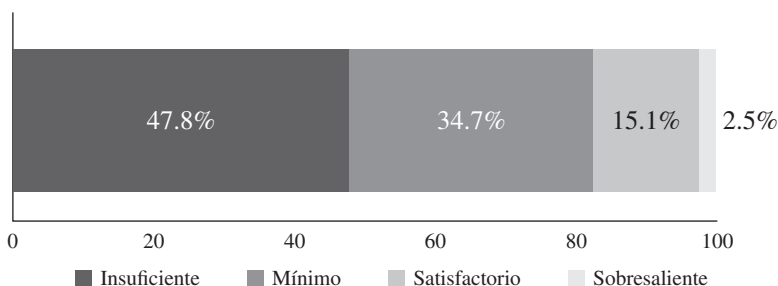


Figura 9-1 Resultados obtenidos por estudiantes mexicanos en PISA 2015, en el área de ciencias.

Fuente: Elaboración propia a partir del INEE (2016).

Como se observa, más de 80% de los alumnos que cursan la secundaria se ubican en los niveles insuficiente y mínimo, y tan sólo un pequeño porcentaje se encuentra en los niveles esperados (satisfactorio y sobresaliente). Otro punto relevante es que la media de los países evaluados fue de 501 puntos y México obtuvo 416 puntos, mejor posicionado que otros países latinoamericanos como Brasil, Perú o República Dominicana; aunque muy por debajo de naciones como Singapur, Japón, Finlandia o Canadá (INEE, 2016). Estos resultados indican únicamente que falta mucho por hacer para lograr niveles adecuados en la competencia científica, y una pieza central para alcanzarlos está representada por el trabajo que a diario realizan los docentes en las aulas.

El papel del profesor en la enseñanza de la ciencia

A pesar de las modificaciones y ajustes que se han venido realizando a los programas de ciencias, el manejo de contenidos científicos en el aula ha permanecido estancado en actividades de tipo memorístico y repetitivo. Resulta importante destacar, como afirman Osborne y Freyberg (1998), que muchas veces los alumnos consideran que tienen una mayor ventaja al almacenar en su memoria aspectos del conocimiento científico, que al intentar interpretarlos de manera personal; esta situación permanece, a pesar de que no existe una conexión real entre este tipo de aprendizaje con la forma en la que cotidianamente los niños piensan y aprenden. Las concepciones de los docentes sobre cómo enseñar surgen de las posiciones teóricas que asumen, originando que muchos de ellos consideren fundamental el dominio de los conceptos y no la formación, que incluye el desarrollo de habilidades y actitudes científicas, además del manejo conceptual.

Se hace necesario que los docentes analicen los formatos de clase con los que trabajan en el aula y que intenten migrar hacia modelos de enseñanza centrados en el estudiante (tabla 9-2). En este enfoque pedagógico se privilegia el desarrollo de actividades de aprendizaje significativo y personalizado, permitiendo establecer nuevas relaciones entre el estudiante, el docente y el contenido de aprendizaje.

De acuerdo con Harlen (2010), los profesores de educación primaria deben tener claro que su propósito al enseñar ciencias debe cubrir dos requisitos fundamentales: atender los objetivos de aprendizaje incluidos en el currículum y abordar tópicos que sean de interés para los niños y relevantes para sus vidas. Ambas condiciones son importantes

Tabla 9-2 Cambios en la filosofía de la clase.

Dimensión	Clase tradicional	Comunidad de aprendizaje
Alumnado	Receptores pasivos de información (de profesorado, libros, etcétera).	Aprendizaje reflexivo; actúan como investigadores, maestros y controlan su propio progreso.
Profesorado	Lección tradicional.	Indagación dirigida.
Contenido	Amplitud, extensión, fragmentado, memorizar hechos.	Profundidad, coherencia explicativa, comprender.
Evaluación	Exámenes tradicionales, memorizar hechos.	Utilización del conocimiento, actuación, proyectos, carpeta.

Fuente: Brown, 1992, citado en Jiménez, 2012.

durante el trabajo de aula y aunque no garantizan una alfabetización científica adecuada, por lo menos permiten a los niños descubrir la utilidad que tiene el aprendizaje de la ciencia para el desenvolvimiento en su entorno inmediato.

A través de las reformas educativas que se han implementado en los distintos niveles educativos, se ha impulsado a las ciencias como una necesidad y una exigencia como respuesta a los cambios sociales que han surgido en la última década. Vivimos en una sociedad invadida de productos de la indagación científica, donde la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos, por lo que necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia (National Research Council, 1996, citado en Macedoi, 2016) y ser capaces de tomar decisiones conscientes que nos permitan entender y atender las necesidades de la sociedad donde vivimos.

Para lograr lo anterior, “debe darse una profunda transformación de la educación científica, en cuanto a qué se debe enseñar, a quiénes y cómo se debería enseñar” (Macedoi, 2016, p. 6). Es aquí donde el docente cumple con un rol importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que le ha sido encomendada la tarea de motivar el interés de los estudiantes por abordar la ciencia. Para ello es necesario replantear las prácticas en el aula en torno a cómo abordar las ciencias, pues con frecuencia se observa que la parte activa del proceso de aprendizaje se basa más en la palabra del maestro, propiciando que el alumno no pueda contrastar ideas de lo dicho por él con la realidad; esto genera que la ciencia que se aborda sólo queda escrita en papel y que su vía fundamental sea la transmisión.

Uno de los aspectos cruciales en el trabajo de todo profesor es la forma como organiza su trabajo con los niños y esta organización se inicia cuando realiza la planeación de una secuencia didáctica, en la cual debe reconocer la existencia de las ideas previas y el hecho de que no siempre esas ideas tienen un origen científico. De acuerdo con Caironi (1998), “el docente no debe olvidar que los alumnos poseen ya sus propias explicaciones sobre esos hechos, y que es probable que no puedan dar una fehaciente comunicación de esas ideas” (p. 130); por tal motivo, se hace necesario que el profesor encuentre el mecanismo para que esas ideas puedan explicitarse en forma adecuada. Se hace necesario reconocer que para hablar de aprendizaje efectivo no basta con conectar los nuevos conocimientos a las ideas previas que los niños tienen sobre un tema, sino que “a veces necesita que las personas reestructuren su pensamiento radicalmente. Esto es, para incorporar alguna idea nueva, los educandos deben cambiar las conexiones entre las cosas que ya saben o incluso descartar algunas creencias arraigadas sobre el mundo” (AAAS, 1997, p. 204).

Pese a los nuevos enfoques sobre la forma de abordar los contenidos científicos, las tareas en el aula parecen ancladas en prácticas antiquísimas y esto se debe a que “tradicionalmente la enseñanza de la ciencia ha estado dirigida sobre todo a transmitir el *corpus* conceptual de las disciplinas, los principales modelos y teorías generados por la ciencia para interpretar la naturaleza y su funcionamiento” (Pozo y Gómez, 2009, p. 51). El interés por el dominio de conocimientos declarativos sigue presente (tabla 9-3), a pesar de haber demostrado su poco valor frente a las ventajas que ofrece el conocimiento procedimental.

Tabla 9-3 Diferencias entre el conocimiento declarativo y procedimental.

	Conocimiento declarativo	Conocimiento procedimental
Consiste en	Saber qué	Saber cómo
Es	Fácil de establecer	Difícil de verbalizar
Se posee	Todo o nada	En parte
Se adquiere	De una vez	Gradualmente
Se adquiere	Por exposición (enseñanza receptiva)	Por práctica/ejercicio (enseñanza por descubrimiento)
Procesamiento	Esencialmente controlado	Esencialmente automático

Fuente: Anderson (1983, citado en Pozo y Gómez, 2009, p. 54).

Este planteamiento se relaciona con la transformación de la práctica pedagógica, la cual “exige también alinear tanto la formación continua como la formación inicial” (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2017, p. 40), donde se conciba a la educación científica como “generadora de contextos de aprendizaje que ayuden a cada uno de los escolares a saber en qué momento de su aprendizaje se encuentra, cuál es su punto de partida, dónde está la dificultad que le impide avanzar, cómo avanzar, etc.” (Pujol, 2007, p. 23).

Si se tiene en cuenta que “la ciencia transmite un saber verdadero, avalado por las autoridades académicas, el profesor es su portavoz y su función es presentar a los alumnos los productos del conocimiento científico de la forma más rigurosa y comprensible posible” (Pozo y Gómez, 2009, p. 270), estaremos concibiendo sólo la parte más general del trabajo docente. Aunado a esta definición debe considerarse también que no se trata de “transmitir” un saber, sino de llevar a cabo una transposición didáctica que permita a los niños entender el verdadero sentido que tiene la ciencia en su entorno inmediato y en sus actividades cotidianas.

Ante esta realidad, es oportuno analizar cuáles son las mejores alternativas para favorecer la formación científica en la niñez. La respuesta parece ser obvia, las opciones más viables serán aquellas en las que los alumnos tengan un papel central; es decir, actividades en las que los niños se relacionen directamente con el medio, realicen experimentos, se cuestionen, indaguen, busquen explicaciones, formulen hipótesis, realicen recorridos, construyan prototipos y lleven a cabo un sinnúmero de tareas que los lleven a encontrar el porqué de los fenómenos naturales que ocurren a su alrededor.

Es importante mencionar que con respecto a otras áreas del conocimiento que se han considerado básicas, como lectura, escritura, expresión oral, cálculo y resolución de problemas (Torres, 1998), se dice que los aprendizajes se logran a partir del *aprender haciendo*: se aprende a escribir, escribiendo y a leer, leyendo. Aplicándolo a la ciencia, se puede decir que se aprende a hacer ciencia, haciéndola, lo cual no ha sido considerado por muchos profesores, ya que en la mayoría de los casos el tiempo destinado a la jornada escolar es reducido en lo que respecta a esta asignatura y las actividades se centran en resúmenes, cuestionarios, transcripciones textuales y explicaciones orales por parte del docente.

La enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, desde los programas de formación inicial docente

El Estudio Internacional sobre Enseñanza y Aprendizaje (TALIS, siglas del inglés Teaching and Learning International Survey) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) es el primer documento que realiza una comparación, a nivel internacional, de las condiciones en las que se llevan a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje, analizando aspectos que tienen que ver con el desarrollo profesional de los profesores. Los hallazgos de dicho estudio infieren que existe una enorme urgencia de una mayor preparación por parte de los docentes; los directores de las escuelas consideran que sus instituciones tienen una carencia de profesores cualificados y esta opinión llega a ser una absoluta mayoría en países como México, Estonia y Turquía (OCDE, 2009).

Tal como afirman Obregoso, Vallejo y Orlay (2010), “la incorporación de las Ciencias Naturales en los currículos de formación inicial de educadores infantiles es reciente en comparación con otras disciplinas o áreas de conocimiento” (p. 37). Durante años, se consideró que los programas para la formación de los futuros docentes incluyeran el lenguaje, las matemáticas y la formación en aspectos relacionados con el desarrollo integral del niño, tales como sus intereses, capacidades y limitaciones.

Considerando esta realidad, se tendría que analizar la idea de promover el desarrollo del pensamiento científico durante la formación inicial de los profesores, para lograr que éstos conciban a la ciencia como parte de las necesidades básicas de aprendizaje y no como una asignatura más del currículo, porque si bien es cierto que en distintos planes de estudio relacionados con la formación de profesores se han incluido cursos relacionados con las ciencias, éstos se han enfocado en el abordaje de la asignatura como elemento fundamental, considerando el cómo se enseñan los contenidos relacionados con la ciencia, pero no con una formación científica per se. Para lograrlo, es oportuno favorecer el desarrollo de competencias científicas dentro de los rasgos del perfil de egreso que los lleve a adoptarlas como un estilo de vida y hacer de lo cotidiano una ciencia.

Desde finales del siglo XX, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en México han sufrido cambios radicales, tanto en sus fines como en sus enfoques. Sin embargo, no se ha consolidado totalmente el cambio de paradigma pedagógico en esta área. A partir de esa

premisa, los sistemas educativos en la intención de conformar perfiles de egreso integrales, que contribuyan a desarrollar competencias necesarias para desenvolverse de manera eficiente en la vida diaria, buscan modificar sus procesos de enseñanza, los cuales son orientados por acuerdos internacionales que fijan el rumbo de los diversos niveles educativos.

La organización del conocimiento que conforma un nivel educativo se encuentra concentrada en el plan de estudios propio del nivel en cuestión, y está guiada por una serie de fundamentos que sustentan las intenciones pedagógicas, epistemológicas, psicológicas y sociales. Desde la perspectiva de la construcción del conocimiento, ésta permite la toma de decisiones sobre los objetivos que persigue, seleccionando adecuadamente el enfoque metodológico. Por lo tanto, se debe proponer un currículo que tenga una íntima relación con las necesidades de la sociedad, buscando no separar o crear una barrera entre el mundo real y la escuela.

La construcción de un enfoque psicopedagógico en la enseñanza de las ciencias ha evolucionado, desde la conferencia de Jomtien, Tailandia, en 1990, donde se mencionó por primera vez de manera internacional que “una educación básica sólida es fundamental para fortalecer los niveles superiores de la enseñanza y la comprensión y la capacidad científicas y tecnológicas y, por consiguiente, para alcanzar un desarrollo autónomo” (UNESCO, 1990, p. 9). Es un reflejo de los planteamientos de la Declaración Mundial de Educación para Todos, la cual enfatiza que la sociedad debe proporcionar un ambiente intelectual y científico óptimo para la educación básica, demandando por consiguiente el mejoramiento de la enseñanza superior docente y el desarrollo de la investigación científica. Asimismo, plantea que en cada nivel educativo debe ser posible establecer un contacto estrecho con el conocimiento tecnológico y científico contemporáneo.

En nuestro país, estas políticas se vieron cristalizadas en un nuevo modelo educativo que buscaba alcanzar estándares internacionales en las diversas áreas del conocimiento, dando como resultado el plan y los programas de estudio 1993 para la educación primaria, que plantean un modelo totalmente diferente a lo propuesto en el plan anterior y proporcionan un nuevo enfoque a la asignatura de Ciencias Naturales. Con respecto al nuevo programa de ciencias, los cambios se dieron en dos sentidos: tanto en su visión pedagógica, como desde las propuestas para su enseñanza y aprendizaje, pues los saberes que el estudiante manejaría no se concebían ya como producto del aprendizaje factual, sino de la experiencia, la indagación, la experimentación y la interacción con el medio.

Para lograr esos cambios se hizo necesario modificar también el plan y los programas de estudio de la educación normal, así surgió el plan de estudios para la licenciatura en Educación Primaria 1997, así como la formulación de los programas de Ciencias Naturales y su Enseñanza I y II, que daban una visión centrada en los procesos didácticos, buscando que la ciencia contribuyera a desarrollar aprendizajes que mejoraran la calidad de vida, tal y como se establece en el programa:

Un adecuado conocimiento de las ciencias naturales deberá tener un efecto positivo en la calidad de la vida personal y colectiva en algunas cuestiones muy relevantes, además del ya comentado asunto de la responsabilidad ecológica: la preservación de la salud y el buen estado físico; una actitud sana y responsable hacia la sexualidad, concebida en el contexto del respeto entre las personas y la equidad entre los géneros (SEP, 2001, pp. 8, 9).

Debido a que las necesidades de la sociedad marcan tendencias en los modelos educativos, a raíz de un mundo más comunicado y, por lo tanto, más organizado, surge el enfoque por competencias, producto de los planteamientos propuestos en la convención de Dakar, Senegal, en 2000. Ahí se revisaron los avances alcanzados en el decenio de 1990 a 2000, y como resultado se reformularon los objetivos ya planteados para la agenda mundial: uno de ellos, y que ocupa un lugar primordial entre los planes para el destino de la sociedad, es el auge de las ciencias y la tecnología.

Esta reformulación originó la aparición de nuevos enfoques didácticos y pedagógicos en el sistema educativo mexicano, proponiendo un cambio en particular, que es la formación de un sujeto capaz de poseer, utilizar y generar conocimiento. Para lograr este cambio se modificaron los planes existentes tanto en educación básica como en educación normal, dando paso a los planes de estudio 2011 y 2012, respectivamente. Los nuevos programas propusieron incluir contenidos conceptuales, así como una formación hacia actitudes y habilidades científicas para utilizarlas en la explicación de fenómenos naturales y en la resolución de situaciones cotidianas. Se prioriza la necesidad de enseñar ciencias en razón de construir una ciudadanía global para el cuidado y la preservación del medio ambiente, con una idea de sustentabilidad en una cultura ecológica.

Los ajustes que han ido teniendo los programas para la formación inicial docente que atiende los dos primeros niveles de la educación básica, tanto los de la licenciatura en Educación Primaria, como los de

la licenciatura en Educación Preescolar, han sido similares: cercanos en fecha de surgimiento y con un enfoque bastante análogo. En el siguiente concentrado (tabla 9-4) es posible visualizar las fechas de surgimiento y los espacios curriculares que se diseñaron para abordar, de manera específica, los contenidos relacionados con las Ciencias Naturales.

Tabla 9-4 Espacios curriculares de la formación inicial que han abordado los contenidos de ciencias.

Licenciatura	Año	Asignatura/curso	Semestre	Horas	Enfoque
Educación Primaria	1997	Ciencias Naturales y su enseñanza I	Cuarto	6	Didáctico
		Ciencias Naturales y su enseñanza II	Quinto	6	Didáctico
Educación Preescolar	1999	Conocimiento del Medio Natural y Social I	Cuarto	6	Didáctico
		Conocimiento del Medio Natural y Social II	Quinto	6	Didáctico
Educación Primaria	2012	Acercamiento a las Ciencias Naturales en la Primaria	Segundo	6	Disciplinar
		Ciencias Naturales	Tercero	6	Disciplinar
Educación Preescolar	2012	Exploración del Medio Natural en el Preescolar	Segundo	6	Disciplinar
		Acercamiento a las Ciencias Naturales en el Preescolar	Tercero	6	Disciplinar

Fuente: Elaboración propia a partir de información contenida en la página de la Dirección General de Educación Superior para profesionales de la Educación (DGESPE, 2018).

Los cambios curriculares de 1997 y 1999 derivaron en la formación de docentes que respondían a una nueva articulación entre escuela y sociedad, con un bagaje de contenidos curriculares que les permitieran “obtener un dominio suficiente de las bases científicas en las que esos contenidos se sustentan y adquieran una idea clara de las habilidades, actitudes y conocimientos que prioritariamente deben fomentar en el desempeño de su función docente” (SEP, 2001, p. 10). El enfoque de trabajo en las aulas de las escuelas normales era eminentemente didáctico, ya que se preparaba a los estudiantes para analizar los programas de educación básica, aprendían a planear, a evaluar y a diseñar materiales didácticos; pero se descuidaron los aspectos relacionados con el dominio de los contenidos que debían enseñar en las aulas.

Un cambio sustancial en esta área fue la formulación de los planes de estudio 2012 para las licenciaturas en Educación Primaria y Preescolar, basados en el modelo educativo de educación básica, en los cuales

se avizoraban las nuevas necesidades en la formación inicial docente; por ello, se buscó la transformación del diseño curricular de los planes de estudio en aras de lograr un dominio disciplinar de los contenidos científicos. Esta propuesta surgió sobre el entendido de que los futuros docentes tenían un escaso dominio disciplinar y que ello limitaba su trabajo con los niños; sin embargo, la realidad demostró que saber ciencia no garantiza que ésta se enseñe adecuadamente. La reforma 2018 en educación básica obligó a volver la mirada hacia la formación de maestros y plantear que era necesario buscar un equilibrio entre los aspectos disciplinares y didácticos en aspectos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Esta pretensión queda reflejada en las *orientaciones curriculares para la formación inicial*, donde se establece que “particularmente, en las licenciaturas de preescolar y primaria, se fortalece el aprendizaje y enseñanza de la lengua materna español o lengua indígena, matemáticas y ciencias” (SEP, 2018, p. 12). Con esta determinación se otorga a los contenidos científicos el mismo nivel que se había venido atribuyendo a los contenidos de lenguaje y de matemáticas, llegando a considerarse dentro de las necesidades básicas de aprendizaje. De esta forma uno de los rasgos del perfil de egreso de la formación inicial es: “integra recursos de la investigación educativa para enriquecer su práctica profesional, expresando su interés por el conocimiento, la ciencia y la mejora de la educación” (SEP, 2018, pp. 27-41), en las licenciaturas de Educación Preescolar, Preescolar Indígena, Educación Primaria y Primaria Indígena.

Estas transformaciones no se han consolidado pues, aunque se posee claridad en lo que se busca, aún existe resistencia general hacia la innovación educativa; luego entonces, lo que se pretende es crear una propuesta en la que se tengan claras las finalidades de la ciencia, para dar sentido al proceso de aprendizaje. Si bien es cierto que queda por delante un largo camino por recorrer, ya se dio un primer paso en cuanto a la formación científica, y ahora queda la tarea de replantear la forma de hacer ciencia y favorecer el desarrollo del pensamiento científico.

Referencias

- American Association for the Advancement of Science (1997). *Ciencia: conocimiento para todos. Proyecto 2061*. México, D.F.: SEP.
- Caironi, G. (1998). Las ideas previas, la explicación y el material informativo. *En la escuela*. (27) 30-31.

- Cañal, P., García-Carmona, A. y Cruz-Guzmán, N. (2016). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria*. Madrid: Paraninfo.
- Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación. (2018). *Mapas Curriculares y Mallas Curriculares*. Recuperado de: <https://www.dgespe.sep.gob.mx/>
- Fumagalli, L. (1998). La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal: Argumentos a su favor. En Weissman, H. (Comp.). *Didáctica de las Ciencias Naturales: Aportes y reflexiones*, (15-35). Buenos Aires: Paidós.
- Furman, M. G. (2016). Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: Documento básico, XI Foro Latinoamericano de Educación, Buenos Aires: Santillana.
- Harlen, W. (1999). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias* (2a. ed.). Madrid: Morata.
- (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. México, D. F.: Association for Science Education. (Trad. Devés, R.). Recuperado de: <http://innovec.org.mx/home/images/Grandes%20Ideas%20de%20la%20Ciencia%20Español%2020112.pdf>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2016). México en PISA 2015. México.
- Jiménez, M. del P. (2012). El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. En Jiménez, M. del P. (Coord.). *Enseñar ciencias*. México, D. F.: Colofón/Graó.
- Macedoi, B. (2016). *Educación científica*. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PolicyPapersCILAC-CienciaEducacion.pdf>
- Obregoso, A. Y., Vallejo, Y. C. y Orlay, E. (2010). Ciencias naturales en educación básica primaria: algunas tendencias, retos y perspectivas. *Revista EDUCyT*, 2 (33-46). Recuperado de: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7564/1/3.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1990). *Declaración mundial sobre educación para todos*. Recuperado de: http://www.unesco.org/education/pdf/JOMTIE_S.PDF
- (2000). *Conferencia Mundial sobre la ciencia. La ciencia para el siglo XXI: un nuevo compromiso*. París.

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2009). *Informe TALIS: La creación de informes de enseñanza y aprendizaje. Síntesis de los primeros resultados*. Barcelona: Santillana Educación.
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1998). Supuestos sobre la enseñanza y el aprendizaje. En Osborne, R. y Freyberg, P. (Coords.). *El aprendizaje de las ciencias: Influencia de las “ideas previas” de los alumnos*. Madrid: Narcea.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (2009). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Colofón/Morata.
- Pujol, R. M. (2007). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.
- Secretaría de Educación Pública (2001). *Ciencias Naturales y su Enseñanza I. Programa y materiales de apoyo para el estudio. Licenciatura en Educación Primaria. Cuarto semestre*. México. Recuperado de: http://www.normalexperimental.edu.mx/mapa_primaria/4_semes/natur.pdf
- (2001) *Ciencias Naturales y su Enseñanza II. Programa y materiales de apoyo para el estudio. Licenciatura en Educación Primaria. Quinto semestre*. México. Recuperado de: http://www.normalexperimental.edu.mx/mapa_primaria/5_semes/cnat2.pdf
- (2002). *Plan de estudios 1997. Licenciatura en Educación Primaria. Programa para la Transformación y el Fortalecimiento Académico de las Escuelas Normales*. México, D.F. Recuperado de: <https://www.dgespe.sep.gob.mx/public/planes/lepri/plan.pdf>
- (2013). *Licenciatura en Educación Primaria. Plan de estudios 2012. Programa del curso Ciencias Naturales. Tercer semestre*. México, D.F. Recuperado de: https://www.dgespe.sep.gob.mx/public/rc/programas/lepri/ciencias_naturales_lepri.pdf
- (2013) *Licenciatura en Educación Primaria. Plan de estudios 2012. Programa del curso Acercamiento a las ciencias naturales en la primaria. Segundo semestre*. México, D.F.
- (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral. Plan y programas de estudio para la educación básica*. Ciudad de México.
- (2018). *Orientaciones curriculares para la Formación Inicial*. Ciudad de México.
- Torres, R. M. (1998). *Qué y cómo aprender*. Biblioteca del Normalista. México: SEP.

CAPÍTULO

10

Innovación en y para la formación inicial docente

Ramona Imelda García López¹
Rubén Edel Navarro²

Abordar la política educativa en el contexto nacional como objeto de estudio se aproxima a la analogía del equilibrio entre el yin y el yang en la milenaria cultura china. Lo anterior en virtud de identificar que la toma de decisiones con respecto al rumbo de la educación nacional se aparta del conocimiento formal y sistemático, claramente generado por la investigación educativa, que permite no solamente prospectar, sino alcanzar un nivel de certidumbre acerca de las líneas de acción en materia educativa del país; y aunque no es la pretensión determinar cuál de las citadas condiciones corresponde al lado oscuro (en su más amplio significado), por lo menos sí invita a la reflexión sobre las posibles tensiones de armonizar ambas caras del constructo social que denominamos política de Estado.

Si bien los orígenes del *normalismo* en México se asocian con la instalación y apertura en 1887 de una escuela en Orizaba, Veracruz, a través de un plan de estudios que contemplaba 49 materias que debían cursarse en un periodo de cuatro años y, por lo tanto, el magisterio empezó a considerarse como carrera, en la misma fecha inició actividades la Escuela Normal para Profesores en la Ciudad de México (Carlón, 2015). A más de 130 años de su existencia, resulta de particular relevancia social y económica visualizar la formación de profesores como política de Estado, lo cual representaría una visión prospectiva y formal del rumbo nacional a través de la profesionalización y transformación sistemática de las condiciones del capital humano y profesional en México.

En la sociedad del conocimiento, la educación superior representa el motor para el cultivo del pensamiento, de las ideologías y de las transformaciones sociales, lo cual permite enfrentar el reto de universalizar y democratizar la educación. En forma análoga, las instituciones de educación superior (IES) constituyen las instancias y espacios para alcanzar los anhelos de equidad, cobertura y calidad. Se trata de constructos altamente apreciados en la disertación política y que demandan no sólo los contextos y espacios educativos contemporáneos para el desarrollo nacional, sino el marco mundial asediado por el constante cambio, por la necesidad de alcanzar los niveles de excelencia académica y por innovar sus propios procesos institucionales.

Si bien las universidades juegan un papel preponderante en la formación de capital humano especializado y mano de obra altamente cualificada, el ritmo del desarrollo científico y tecnológico les demanda

¹ Doctora en Educación por la Nova Southeastern University. Profesora investigadora en el Instituto Tecnológico de Sonora. E-mail: igarcia@itson.edu.mx

² Doctor en Educación Psicológica por la Universidad Iberoamericana. Profesor investigador en la Universidad Veracruzana. E-mail: redel@uv.mx

modificar sus añejas estructuras paradigmáticas, en aras de atender las demandas vigentes para la formación profesional y los temas transversales; estos últimos van desde el emprendedurismo, la equidad de género, la cultura del trabajo colaborativo, la conservación del medio ambiente y la sustentabilidad, entre otros, que desafiarían al diseño curricular más robusto y a las IES socialmente más responsables.

La educación superior en las escuelas normales

Si los temas transversales deberían constituir la ocupación y perspectiva de las universidades, ¿qué decir de las escuelas normales como IES? En términos de la psicología laboral, se aproximaría al conflicto organizacional de doble evitación; por un lado, formar en y para la profesión docente y, al mismo tiempo, formar docentes capaces de comprender, valorar y abordar pedagógicamente la diversidad (paradójicamente hablando) de los tópicos transversales.

Al alcanzar las carreras normalistas en 1984 el estatus de licenciatura, las escuelas normales han incorporado diversos programas que pretenden su transformación; sin embargo, los resultados han sido infructuosos y su principal crítica se dirige a la calidad en la formación de sus alumnos y al nivel de productividad de sus cuerpos académicos. En contraste:

Los resultados de los exámenes para el ingreso al servicio profesional docente, aplicados a partir del ciclo escolar 2014-2015, han mostrado que, entre los egresados de las escuelas normales, principalmente de las públicas, se encuentra la mayor proporción de sustentantes idóneos para ocupar los puestos docentes de educación básica, en comparación con los egresados de la Universidad Pedagógica Nacional y de otras instituciones de educación superior del país (INEE, 2015, pp. 143-144 y 204-205).

Por otro lado:

Si en 1984 se realizó tabula rasa acortando la formación de docentes a cuatro años sin importar el nivel educativo, el tipo de servicio o la especialidad para la que se preparaban, a partir de 2013 además se promueve que cualquier profesionista, sin demostrar experiencia docente, pueda dar clases con cero años de formación inicial (INEE, 2017, p. 65).

Prospectiva e innovación institucional

Como cualquier proceso organizacional, la innovación en las escuelas normales es susceptible de planearse y llevarse a la práctica considerando sus dimensiones teórica, curricular y metodológica; así como visualizando sus componentes básicos. Lo anterior se traduce en que la organización educativa, de manera particular las escuelas normales, sea capaz de identificar *¿cuáles serían los insumos, procesos y productos para lograr su transformación educativa?*

De contemplarse la innovación de los insumos, hay que pensar de manera deliberada *¿qué y cómo transformar a estudiantes, profesores, directivos, administrativos, espacios educativos, modelos educativos, modalidades educativas, programas, contenidos, estrategias didácticas, recursos, materiales y medios pedagógicos?* Y si el enfoque de innovación es en procesos organizacionales, *¿qué y cómo rediseñar los procesos de administración, gestión, planeación, comunicación, recursos tecnológicos, vinculación, académicos, didácticos, desarrollo cognitivo, prospección?* O bien, si la preferencia se inclina a reconfigurar los productos. Por consiguiente, de manera intencional se tiene que pensar en transformar los perfiles de egreso, el aprendizaje, las evidencias del aprendizaje, las competencias, la planeación de vida y carrera, la colaboración, el pensamiento/cognición, la prospección, el impacto social y el desarrollo comunitario, por mencionar algunos.

Formación inicial docente (FID): tendencias y acciones

El aprendizaje de los docentes equivale al proceso metacognitivo de aprender a aprender, que encuentra fundamento a través del modelo preponderante que amalgama la organización y los significados de sus propias experiencias, emociones y pensamientos, configurando así su práctica pedagógica y articulando su desempeño profesional (Miranda, 2005).

En el proceso de aprendizaje de los profesores y de acuerdo con la perspectiva de la UNESCO (2017), se han perfilado claramente tres tendencias orientadas a mejorar particularmente la *formación inicial docente* (FID), las cuales se describen a continuación.

En primera instancia, las actividades para delimitar el marco institucional donde se desarrollará la formación de los futuros maestros, a través de implementar medidas que permitan consolidar la formación de profesores en instituciones del nivel terciario, ya sea fortaleciendo

las escuelas normales con su transformación en instituciones pedagógicas asociadas con la educación superior, a las que podrían aspirar al concluir la educación secundaria o determinando el carácter universitario de la formación pedagógica.

La segunda vertiente está relacionada con las actividades dirigidas a asegurar la calidad de los procesos de formación de profesores en el contexto nacional, a través de establecer estándares y marcos de buena enseñanza, que contribuyan con el perfil del docente que se pretende formar, así como de sistemas para la evaluación y acreditación de la calidad de los procesos para la FID, o para crear instancias rectoras u orientadoras al respecto.

Finalmente, la tercera vía de mejora de la FID está asociada con los esfuerzos por definir, al margen de la naturaleza centralizada o descentralizada de los procesos formativos, lineamientos curriculares que dirijan la FID para garantizar la disponibilidad de docentes con el perfil deseado para cumplir con las metas educativas (UNESCO, 2017).

Currículum y formación inicial docente

En la actualidad las prácticas docentes en los diversos niveles educativos han sido cuestionadas en virtud de los cambios manifestados en la política educativa y en los planes y programas de estudio, así como de los avances sociales, económicos, tecnológicos que, directa o indirectamente, inciden en la formación de los estudiantes. Lo anterior, según Pedraja, Araneda, Rodríguez & Rodríguez (2012) origina la necesidad de realizar un análisis profundo de la calidad de la formación de los futuros docentes, ya que éstos deberán responder ante los nuevos retos educativos.

De esta forma, se precisa una renovación del currículum que contribuya con una formación integral de los futuros docentes. Dicha actualización curricular demanda incorporar escenarios que favorezcan la práctica profesional, a partir de la cual gire la formación, se generen los procesos de reflexión y análisis de sus fundamentos teóricos y, de esa forma, se fortalezca la calidad de dichos estudios.

Por lo tanto, en diferentes partes del mundo, los planes de estudio de las instituciones formadoras de docentes han priorizado los procesos de vinculación de los futuros docentes con las escuelas donde posteriormente ejercerán como profesionales. Al respecto, Mercado (2010) postula que “un supuesto de base que comparten estas propuestas, aunque con diferentes matices y perspectivas teóricas, es el de

considerar que el aprendizaje de la docencia tiene lugar de manera importante (aunque no exclusivamente) en la práctica, en contacto con las condiciones reales de la vida escolar y sus pautas culturales” (p. 151).

De esta forma, la FID se lleva a cabo a partir de la implementación de planes y programas de estudio que preparan para la docencia escolar e insertan a sus estudiantes en el campo pedagógico, lo cual se da a través de programas específicos que habilitan y certifican su condición de docentes ante la sociedad. Al respecto, diversos autores han planteado su postura acerca de las áreas de formación a las que deben ser expuestos los futuros docentes. En la tabla 10-1 se presenta una síntesis de sus aportaciones.

Tabla 10-1 Áreas de formación de la FID.

AUTOR	ÁREAS DE FORMACIÓN
Feiman-Nemser (1990)	<ul style="list-style-type: none"> • Cultura general: saberes para establecer relaciones entre distintos campos de conocimiento. • Preparación especial: académica y capacidad reflexiva. • Conocimiento profesional: articula teoría y práctica de la educación. • Habilidades técnicas propias de las decisiones de enseñanza.
Shulman (1986)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los educandos y sus características. • Conocimiento de los contextos educacionales. • Conocimiento de los objetivos, finalidades y valores educativos, y sus fundamentos filosóficos e históricos. • Conocimiento pedagógico general. • Conocimiento de la materia del contenido. • Conocimiento del currículo. • Conocimiento pedagógico de la materia.
Morine-Dersheimer y Todd (1999)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del contexto: específico y general. • Conocimiento de los alumnos. • Conocimiento de los procedimientos de evaluación y de evaluación de resultados.
Stuart y Tatto (2000)	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de la materia: desde el currículo o desde la disciplina. • Estudios educacionales: entendimiento teórico de la enseñanza y el aprendizaje. • Educación general: para el crecimiento y desarrollo personal. • Estudios pedagógicos: cómo enseñar las asignaturas específicas, cómo gestionar el aula y evaluar el aprendizaje. • Experiencias prácticas: tanto simuladas como de aulas de clases reales.
Tardif (2001)	<ul style="list-style-type: none"> • Saber profesional: el que es entregado por las instituciones de formación de los docentes. • Saber disciplinario: corresponde a las distintas disciplinas que se enseñan en la formación. • Saber curricular: referido a los programas escolares. • Saber experiencial: los que surgen desde la experiencia docente. • Saber pedagógico: reflexiones sobre la práctica educativa.

AUTOR	ÁREAS DE FORMACIÓN
Ávalos (2003)	<ul style="list-style-type: none"> • Área de formación general: bases sociales y filosóficas de la educación y de la profesión docente, el sistema educativo, bases históricas, ética profesional, entre otros. • Área de especialidad: contenidos específicos del nivel y carrera, incluyendo menciones para la educación básica y de conocimiento disciplinar para la educación media. • Área profesional: conocimiento de los educandos, el proceso de enseñanza, los conocimientos instrumentales para la enseñanza y los procedimientos de investigación. • Área de práctica: contactos con escuelas y aulas hasta la inmersión responsable en la enseñanza.
Cox y Gysling (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Formación general: asignaturas que trabajan contenidos asociados a un “cierto nivel cultural”. • Formación profesional: relacionado con educación y enseñanza. • Formación disciplinar: conocimientos especializados de una materia determinada.
Ponce (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Formación general (FG). Saberes externos a la educación y a los contenidos de la enseñanza: desarrollo personal, nivelación académica, formación cultural, idiomas. • Formación en fundamentos de la educación (FFE). Saberes relacionados con los conocimientos generales y específicos sobre educación: conocimiento social, psicológico, moral, filosófico, de la investigación y educativo. • Formación para el desempeño educativo (FDE). Saberes propios del quehacer pedagógico orientados al desarrollo de habilidades profesionales específicas del ámbito docente: conocimientos de las disciplinas, de las didácticas de las disciplinas o de la enseñanza en general, así como las prácticas y habilidades directivas y de gestión orientadas a la escuela.

Fuente: Elaboración propia a partir de Ponce (2013).

Como se refiere en la tabla 10-1, las áreas de formación son análogos, con variantes en nombre o amplitud de los contenidos; pero en todas predominan los conocimientos teóricos, prácticos y en actitudes y valores. Por ello, los planes y programas actuales deben alinearse al planteamiento pedagógico del modelo educativo. Según la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2017), en dicho modelo se definen los aprendizajes clave que deben desarrollarse a profundidad (campos formativos). Se hace énfasis en el fortalecimiento de las habilidades socioemocionales (desarrollo personal y social) y se promueve la autonomía curricular, ya que las escuelas tienen nuevas facultades para definir parte de su currículo en función de su contexto y las características de sus estudiantes.

Por otro lado, un reto actual para la implementación efectiva de los planes y programas de estudio de la FID se relaciona con la incorporación de las TIC, tanto a nivel macro (institucional), como micro (el salón de clases). En lo institucional implica contar con la infraestructura pertinente y suficiente que favorezca los accesos y conexiones necesarios para el desarrollo de las funciones administrativas y académicas, así como desarrollar programas de capacitación docente para adquirir o fortalecer las habilidades digitales para hacer uso eficiente y efectivo de las mismas. En cuanto a la aplicación de las TIC en el aula, se torna indispensable su incorporación desde la planeación didáctica; es decir, se debe tener un plan para su inclusión y uso pedagógico deliberados que permitan la certeza de sus impactos en el aprendizaje de los estudiantes.

Cabría destacar que, con la incorporación de las TIC, se facilitaría la creación de ambientes de aprendizaje más dinámicos, que apoyen el desarrollo de conocimientos, habilidades, actitudes y valores. Entonces, es clave que las escuelas normales, al igual que las demás instituciones de educación superior, tengan acceso a las nuevas tecnologías para formar a los docentes en tales competencias (SEP, 2017).

Paradigmas vigentes y emergentes en la FID

En el proyecto metas educativas 2021, propuesto por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI, 2010) se establecen once finalidades, las cuales precisan el compromiso de la sociedad con la educación. Sin embargo, se reconoce que no será posible el cumplimiento de dichas metas si no se logran fortalecer, entre otros elementos, la profesión docente en general (meta general 8) y la formación inicial en particular (meta específica 20).

De forma similar, en el contexto europeo se ha desarrollado el Programa de los Objetivos Precisos (European Commission, 2001), cuyo propósito es que todos los ciudadanos participen en la sociedad del conocimiento, y el cual destaca que no podría lograrse dicha finalidad si no se mejora la formación (inicial y permanente) del profesorado y formadores. Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de identificar iniciativas que apoyen la reflexión y la propuesta de mejora de los programas de FID.

En el mismo tenor, Vaillant & Manso (2012) realizaron un estudio con la finalidad de identificar las tendencias en la FID, a partir de las experiencias de distintos países. Al respecto, categorizaron cinco iniciativas que han impactado positivamente en los programas de formación docente. Sus categorías se describen brevemente a continuación:

1. Los estándares para la formación: dada la diversidad de instituciones que ofrecen programas de formación inicial, es necesario

- establecer estándares que permitan asegurar la calidad en dichos programas (Papanastasiou, Tatto & Neophytou, 2011).
2. Evidencia e investigación: la educación basada en evidencia como un componente fundamental de la formación de docentes es otra de las tendencias observadas en la revisión de la literatura (Bridges, Smeyers & Smith, 2009), así como el papel de la investigación como eje central del proceso de formación docente (Cochran-Smith & Zeichner, 2005).
 3. Mecanismos de titulación alternativa: tradicionalmente, la formación inicial de docentes se lleva a cabo mediante un modelo relativamente rígido, presencial y bastante alejado de los centros educativos. Por ello, se han desarrollado mecanismos que permitan que los aspirantes a docentes puedan incorporarse a la enseñanza en un periodo de tiempo más corto, para favorecer el reclutamiento de candidatos talentosos para la profesión (Humphrey, Wechsler & Hough, 2008).
 4. La articulación con los centros educativos donde se realizan las prácticas: esto requiere la existencia de mecanismos de selección de docentes, un sistema de evaluación por competencias, un modelo de gestión que permita armonizar la formación con el funcionamiento de las escuelas y un marco para que funcione la alianza entre las escuelas de práctica y las universidades (Knight, Pedersen & Peters, 2004).
 5. Evaluación externa: recoge información y evidencia relacionada con las instituciones formadoras y con los programas de preparación de docentes para establecer el grado en que cumplen con determinados estándares de calidad.

Las categorías anteriores ponen de manifiesto la necesidad de profundizar en su análisis con el propósito de precisar las estrategias que permitan fortalecer la formación docente y así responder a los requerimientos educativos propios de las transformaciones que experimentan las sociedades actuales.

Por su parte, Roca (2016) considera que los programas de FID deben responder a las *pedagogías emergentes actuales*, por lo que postula que al interior de los planes y programas deberán incorporarse elementos que permitan desarrollar docentes competentes para:

- a) Contar con alto valor competencial educativo; es decir, competencias que tienen que ver con las finalidades de la educación y los modelos de persona y sociedad en el ámbito de la democracia.

- b) Promover aprendizaje holístico y disciplinar; desarrollar competencias para el aprendizaje por proyectos, cooperativo y entre iguales; así como plantear espacios curriculares interdisciplinarios que permitan relacionar contenidos de diferentes áreas.
- c) Trabajar en equipo; capacidad de reflexión para diseñar, guiar y evaluar las prácticas educativas de un alumnado que trabaja por proyectos y de forma cooperativa.
- d) Acompañar integralmente al estudiante; prepararse para una función orientadora y de tutoría en equipo, así como dar seguimiento y acompañamiento integral de cada alumno, en todas sus dimensiones.

Las TIC en la FID

La DGESPE (2012) señala que en la formación docente se deben incorporar competencias genéricas y profesionales, con la finalidad de precisar en qué aspectos se deberá poner especial énfasis en cuanto al uso e incorporación de las TIC en las prácticas educativas, al mismo tiempo que las desglosa en aspectos más específicos que permiten su aplicación y evaluación.

En sintonía con lo referido anteriormente, el plan de estudios 2012 para la formación de maestros de educación primaria describe tres premisas principales: se centra en el aprendizaje del estudiante, posee flexibilidad administrativa y curricular y busca el desarrollo de competencias en cinco áreas principales: **1.** preparación para la enseñanza y el aprendizaje; **2.** psicopedagogía; **3.** tecnologías para la información y la comunicación, e inglés; **4.** arte, cultura y salud en forma de materias optativas; y **5.** práctica profesional (*DOF*, 2012). En esas competencias observa que al futuro docente se le forma para el uso de la tecnología en el proceso educativo.

En contraste, Swig (2015) sugiere que la formación docente inadecuada es el principal obstáculo para la aplicación de las TIC en el aula, debido a que desde su perspectiva están subutilizadas, en virtud de que los profesores no han desarrollado las competencias suficientes para un uso pedagógico de las mismas. Por lo anterior, postula considerar algunas estrategias para la incorporación de las TIC en la formación docente: *a)* enfocarse en asignaturas específicas, ya que cada materia tiene diferentes requisitos, y la tecnología debe adaptarse a ellos; *b)* combinar la teoría con la práctica de una manera balanceada, lo cual implica llevar talleres de práctica y reflexionar sobre lo que sucede con la aplicación de las TIC; y *c)* capacitar a los directivos sobre la importancia que reviste

la incorporación de las TIC, tanto para el desempeño académico de los estudiantes como para el desarrollo de los docentes y el de ellos mismos.

A manera de epílogo, para que la presencia de las TIC en la formación docente sea un generador de innovaciones, es necesario situar su uso en un contexto curricular y didáctico flexible, que permita el fortalecimiento de los planes y programas de estudio del futuro profesor y, por ende, contribuya a elevar la calidad en la FID (Argüello y García, 2015).

Referencias

- Argüello, A. y García, J. (2015). Uso de las TIC en el análisis didáctico. Perspectiva en análisis jurídico-Social. *Revista Mexicana de Ciencias*, (2), 26-40.
- Ávalos, Beatrice (2003). *La formación docente inicial en Chile*, Santiago de Chile, UNESCO-Digital Observatory for Higher Education in Latin American and the Caribbean.
- Bridges, D., Smeyers, P. & Smith, R. (2009). *Evidence-based education policy: What evidence? What basis? Whose policy?* Londres: Wiley-Blackwell.
- Carlón, V. (2015). Historia del Normalismo en México. *AZ Revista de Educación y Cultura*. Recuperado de: <http://www.educacionyculturaaz.com/analisis/historia-del-normalismo-en-mexico>
- Cochran-Smith, M. & Zeichner, K. (2005). *Studying teacher education: The report of the AERA panel on research and teacher education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Cox, C. & Gysling, J. (2008). *La formación del profesorado en Chile: 1842-1987*, Santiago de Chile, Centro de Investigación y Desarrollo de la Educación.
- Diario Oficial de la Federación (DOF)* (2012). Acuerdo 649 por el que se establece el Plan de estudios para la formación de maestros de educación primaria. México: *DOF*.
- Dirección de Educación Superior para Profesionales de la Educación. (DGESPE) (2012). *Plan de estudios 2012 para la Formación de Maestros de Educación Primaria*. México: DGESPE.
- European Commission (2001). *Report from the Commission —The concrete future objectives of education systems*. Bruselas: Comission of the European Communities.

- Feiman-Nemser, S. (1990). Teacher Preparation: Structural and conceptual alternatives, en Robert Houston (ed.). *Handbook on Research on Teacher Education*, Nueva York, Macmillan, pp. 212-233.
- Humphrey, D. C., Wechsler, M. E. & Hough, H. J. (2008). Purchase Characteristics of Effective Alternative Teacher Certification Programs. *Teachers College Record*. 110(1), pp. 1-63.
- INEE (2015). *Los docentes en México. Informe 2015*. Instituto Nacional para la Evaluación Educativa. Recuperado de: <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/I/240/P1I240.pdf>
- (2017). *La educación normal en México. Elementos para su análisis*. Instituto Nacional para la Evaluación Educativa. Recuperado de: <https://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P3/B/108/P3B108.pdf>
- Knight, S. L., Pedersen, S. & Peters, W. (2004). Connecting the University with a Professional Development School: Pre-service Teachers' Attitudes Toward the Use of Compressed Video. *Journal of Technology and Teacher Education*, 12(1), pp. 139-155.
- Mercado, R. (2010). Un debate actual sobre la formación inicial de docentes en México. *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 14(1), pp 149-157. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=282321831016>
- Miranda, C. (2005). Formación permanente e innovación en las prácticas pedagógicas en docentes de educación básica. *Estudios Pedagógicos*. XXXI (1): 63-78. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173514128004>
- Morine-Dersheimer, G. & Todd, K. (1999) Complex Nature and Sources of Teacher's Pedagogical Knowledge". En Julie Gess-Newsome y Norman Lederman (eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, pp. 21-50.
- OEI (2010). *Metas educativas 2021: La educación que queremos para la generación de los bicentenarios*. Madrid: OEI.
- Papanastasiou, E. C., Tatto, M. T. & Neophytou, L. (2011). Programme theory, programme documents and state standards in evaluating teacher education. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, doi: 10.1080/02602938.2010.534760
- Pedraja Rejas, L., Araneda Guirriman, C., Rodríguez Ponce, E. & Rodríguez Ponce, J. (2012). Calidad en la formación inicial docente: Evidencia empírica en las universidades chilenas. *Formación Universitaria*, 5(4), 15-26 (2012) doi: 10.4067/S0718-50062012000400003

- Ponce, C. (2013). Estructuras de la formación inicial docente: Propuesta de un sistema clasificatorio para su análisis. *Perfiles Educativos XXXV*(42), pp. 128-148. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982013000400009
- Roca, E. (2016). *Formación para las docencias emergentes*. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5783520>
- Secretaría de Educación Pública (2017). *Formación y desarrollo profesional de los maestros modelo educativo*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/198662/III-Formacio_n_y_Desarrollo_Profesional_de_los_Maestros.pdf
- Shulman, Lee. (1986). Those Who Understand: Knowledge growth in teaching, *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14.
- Stuart, J. & Tatto, M. T. (2000). Designs for Initial Teacher Preparation Programs: An international view. *International Journal of Educational Research*, 33, pp. 493-514.
- Swig, S. (2015). *TICs y formación docente: formación inicial y desarrollo profesional docente*. Inter-American Dialogue. Recuperado de: <http://recursos.portaleducoas.org/sites/default/files/349.pdf>
- Tardif, M. (2001). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.
- UNESCO (2017). *La formación inicial docente en educación para la ciudadanía en América Latina. Análisis comparado de seis casos nacionales*. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Formacion-Inicial-Docente-en-Educacion-para-la-Ciudadania.pdf>
- Vaillant, D. & Manso, J. (2012). Tendencias en la formación inicial docente. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 3(18), 2012, pp. 11-30. Recuperado de: www.redalyc.org/pdf/4436/443643891001.pdf

CAPÍTULO

11

Gestión para la investigación: retos en la educación normal de Veracruz

Grecia Herrera Meza¹
Jocelyn Cano Rodríguez²
Merced Guadalupe Hoyos Ramírez³

Como sitios académicos para la formación de futuros docentes, las escuelas normales están obligadas a la capacitación continua de sus académicos y a la profesionalización en diversas disciplinas, lo cual propiciará la transformación necesaria para que los docentes diversifiquen el 100 por ciento de su dedicación a la docencia en labores sustantivas como investigación, docencia y gestión. Esto debe avanzar conforme a las oportunidades que actualmente operan para obtener subvenciones con la finalidad de realizar investigación educativa. En ese sentido, el CONACYT es una de las instituciones más importantes en México y, desde hace 48 años, aporta beneficios a instituciones de educación superior (IES), así como a centros e institutos de investigación.

Por consiguiente, uno de los temas centrales en las escuelas normales (EN) es la institucionalización de los procesos de investigación. Para ello, es necesario recurrir a diversas opciones y modalidades de formación dirigidas al personal académico, lo cual resulta de vital importancia, ya que en la educación normal se deben continuar impulsando acciones formativas para que los docentes obtengan los elementos necesarios, vinculados al desarrollo de la investigación y la innovación educativa.

Al respecto, en 2005 la Secretaría de Educación Pública (SEP) realizó la reestructuración para que las EN se incorporaran a la Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación (DGESPE), con la finalidad de mejorar y transformar los procesos formativos desarrollados en estas instituciones de acuerdo con el sistema de educación superior, lo cual conllevó nuevas responsabilidades para los docentes, sin que estuvieran preparados, porque implicaba cambios en la administración, la organización de las EN y el perfil como docente-investigador. Se trata de condiciones que hasta la fecha no se han obtenido y por ende no se han alcanzado los resultados deseados.

Desde dicho contexto es que en el presente capítulo se desarrollan las temáticas asociadas con los aspectos que deben ser la base para que las EN y los formadores de docentes continúen desarrollando los procesos ligados a la investigación educativa. Además, se describen brevemente las experiencias en la gestión que se han realizado para el

¹ Doctora en Neuroetología por la Universidad Veracruzana. Investigadora del Instituto Interdisciplinario de investigación, Universidad de Xalapa y Responsable del Área de Desarrollo curricular, Unidad de Estudios de posgrado, BENV. E-mail: greehem@gmail.com

² Maestra en Educación Básica por la Universidad Pedagógica Nacional. Apoyo Técnico en Departamento de Apoyo Académico y de Investigación en la Dirección de Educación Normal, SEV. E-mail: jocelyn.cano@gmail.com

³ Maestra en Desarrollo de Competencias para el Trabajo Docente en Educación Secundaria por el Instituto de Educación Superior Simón Bolívar. Jefa del Departamento de Apoyo Académico y de Investigación en la Dirección de Educación Normal, SEV. E-mail: hora010@hotmail.com

impulso y desarrollo de la investigación en las EN, así como las posibles limitantes y los retos que enfrentan las instituciones formadoras de docentes desde las perspectivas académica, administrativa y de gestión interinstitucional. Específicamente, este tema se analiza en dos apartados: el primero referido a las condiciones para el desarrollo de la investigación, y el segundo relacionado con la participación en los programas de fomento a la investigación.

A partir de 2006, la DGESEPE, en coordinación con las entidades federativas, ha propiciado las condiciones para el desarrollo de la investigación educativa en el marco de programas federales establecidos en respuesta a las políticas educativas vigentes en ese momento, entre ellos el Plan Estatal de Fortalecimiento de la Educación Normal (PEFEN), que refiere a una planeación estratégica iniciada en 2006, dándole continuidad en 2016 con el Plan de Apoyo a la Calidad Educativa y la Transformación de las Escuelas Normales (PACTEN) con el propósito de contribuir a la mejora de las instituciones formadoras de docentes y a la consolidación de la educación normal. Esto se hizo a través del desarrollo de proyectos que incidieran en la calidad de la gestión, la capacidad y la competitividad académica, así como en la innovación educativa (SEP, 2008). Por consiguiente, dispersa los recursos federales de los que dispone a las entidades federativas para que lleven a cabo los proyectos plasmados en la planeación estratégica para el fortalecimiento institucional. En ese sentido, uno de los puntos de énfasis de dicho plan fue impulsar y avanzar en la formación de *cuerpos académicos* (CA), a partir de las condiciones prevalentes en cada escuela normal, de tal forma que en estos grupos colegiados se incorporaran funciones académicas como la investigación, la difusión y la docencia, la cual hasta la fecha es la labor predominante.

En ese sentido, en el estado de Veracruz la Dirección de Educación Normal se propuso establecer, con los recursos PEFEN, las condiciones para que se desarrollara la investigación y la conformación de los CA a través de diversas acciones, como *a*) apoyar a los docentes que tenían estudios de maestría, pero no se encontraban titulados para obtener el grado académico, un requisito indispensable para ser integrante de un CA: tener el perfil deseable con el grado preferente (doctorado) o con grado mínimo (maestría); *b*) ofrecer diversos cursos, diplomados y hasta una especialidad; y *c*) brindar habilitación para la integración de cuerpos académicos (CA) y la definición de líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) con los productos derivados (artículos, capítulos de libro, asistencia a congresos) y el registro ante el actual Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), antes denominado Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP).

El PROMEP se fundó en 1996 con el objetivo de apoyar a los profesores de tiempo completo (PTC) de las IES públicas, con la finalidad de obtener las herramientas y capacidades para realizar investigación en paralelo a la docencia. Tal profesionalización permitiría también la integración a CA, así como su eventual consolidación (CONEVAL, 2013). Es así que el programa ofrecía apoyo como becario del PROMEP para efectuar estudios de posgrado de alta calidad, además que dicha condición permitiría al docente reincorporarse a su institución como nuevo PTC y finalmente solicitar la distinción de perfil deseable (nombramiento que se otorga en modalidad individual). En tanto que de forma colectiva se encontraban los apoyos para el fortalecimiento de los cuerpos académicos en formación (CAEF), que incluían la subvención de los gastos de publicación, el registro de patentes, la integración de redes temáticas de colaboración entre CA y las becas posdoctorales (CONEVAL, 2013).

Fue hasta 2009 cuando las EN obtuvieron los apoyos y beneficios que otorgaba el PROMEP, propiciando así otra condición para que los docentes se formaran con atributos académicos de calidad. Dichas acciones, tanto del PROMEP como del PEFEN, fueron necesarias debido a que no todos los docentes estaban preparados para incursionar en la investigación por la carencia de los elementos teórico-metodológicos requeridos, ya que éstos son habilidades indispensables para implementar y desarrollar investigación (Vera, 2011).

Algunos docentes no tenían maestría y otros más cubrieron los estudios de este nivel, pero sin titulación; aunado a ello, unos cuantos académicos mostraban ciertos prejuicios sobre la complejidad de realizar investigación o del poco tiempo de que disponían, debido a que su carga horaria se centraba en la docencia (función principal de las EN) (Hurtado, s/f), situación que debía cambiar, ya que el perfil del formador de formadores obligaba a trascender y diversificar sus funciones dirigidas a las labores sustantivas de la educación superior en forma equilibrada: docencia, investigación y gestión.

De esta forma, con recursos económicos tanto del PEFEN como del PROMEP se subsanaron algunas de esas nuevas condiciones. Los docentes comenzaron a participar para obtener el reconocimiento al perfil deseable y accedieron a las becas para estudios de posgrados; además, posteriormente se profesionalizaron para conformar CA. Con el cambio de sexenio, en 2014 se establecieron las nuevas políticas educativas y el PROMEP cambió para dar paso al PRODEP, programa transversal para todos los tipos de educación que contempla la SEP. Específicamente, a nivel superior tiene como meta profesionalizar a los PTC de las IES

públicas, con la finalidad de obtener las competencias relacionadas con investigación, desarrollo tecnológico e innovación, aunado a la responsabilidad social, así como articular y consolidar los CA y generar con ello una nueva comunidad académica (SEP, 2017).

Es preciso indicar que aunque el PROMEP se transforma para dar paso al PRODEP, el tipo superior retoma los apoyos y reconocimientos que se otorgaban a través del PROMEP, por lo que los docentes de las IES continuaron participando en él. Sin embargo, desde 2014 hasta la fecha al subsistema de educación normal no se le ha autorizado presupuesto de la federación para que las EN participen por el apoyo financiero que establecen las reglas de operación del programa, sino sólo por los reconocimientos. Asimismo, para la modalidad individual ya no se ofrecen recursos para estudiar programas de posgrado ni para los PTC que obtuvieron perfil deseable; tampoco hay presupuesto en la modalidad colectiva para fortalecer los CA.

En particular, con respecto a los recursos federales que recibían las EN del estado de Veracruz para el desarrollo de la investigación, la profesionalización de los docentes y la divulgación del conocimiento, desde 2015 (con la aplicación del PEFEN) y hasta 2018 (con el PACTEN), a la entidad no se le ha asignado presupuesto federal para la realización de los proyectos establecidos por la instancia estatal a través del Programa de Fortalecimiento de la Gestión Estatal de la Educación Normal (ProGEN), ni para los diseñados por las EN su ProfEN (Programa de Fortalecimiento de la Escuela Normal) debido al incumplimiento del finiquito solicitado por la DGESE.

Ante el panorama en el que las EN no obtienen recursos financieros del PACTEN ni del PRODEP, la Dirección de Educación Normal (DEN) tramitó el registro nacional de instituciones y empresas científicas y tecnológicas (RENIECYT), con el propósito de que las EN públicas y particulares, así como los Centros de Actualización del Magisterio (CAM), puedan aplicar a las convocatorias del Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (CONACYT) y recibir apoyos económicos destinados a la investigación. Con ello se subsanaría de alguna manera la falta de presupuesto para realizar investigación.

Participación en programas de fomento a la investigación

Como instancia gubernamental que apoya el desarrollo científico y tecnológico en México, el CONACYT requiere que sean aprobados determinados lineamientos para acceder a los beneficios primordiales que

tiene como misión asignada dicha dependencia. Un ejemplo de gestión para acceder a dichos beneficios es obtener el registro RENIECYT, que refiere a una base de datos instalada en una plataforma informática que contiene la información de los beneficiarios que han sido apoyados por los fondos del CONACYT (CONACYT, 2018).

El Consejo Nacional periódicamente emite una serie de convocatorias donde los académicos pueden participar, siempre y cuando cumplan los lineamientos y términos de referencia. Aquí es pertinente destacar que uno de los elementos clave corresponde al RENIECYT, que permite a las EN participar activamente en las convocatorias que se emiten anualmente. El RENIECYT es en esencia uno de los primeros objetivos que la DEN debía gestionar, pues obtener este registro posibilitaba el acceso a una serie de fondos que otorga el CONACYT. Así, desde la perspectiva académica, la participación en acciones que promueve esta institución es un campo de oportunidades, si se parte de la premisa de acrecentar la calidad académica. En ese sentido, es importante también ubicar que las EN y sus CA pueden acceder a los recursos que el CONACYT tiene considerados en sus fondos ligados a la investigación, como estímulos a la innovación, fondos institucionales, fondos sectoriales y fondos mixtos, entre otros.

En esencia, sean privadas o públicas, las IES (específicamente las EN) deben tener como paradigma formar recursos con altos niveles de calidad académica y para trascender hacia esa visión es indispensable dirigirse hacia estándares internacionales, que se demandan día a día para atender diversos problemas relacionados con la educación e investigación educativa a niveles local, regional, nacional e internacional.

En la DEN, en 2013 se obtuvo el RENIECYT reconociendo su utilidad y para motivar a los docentes, con y sin estudios de posgrado, a participar en las convocatorias emitidas anualmente por el CONACYT. A partir de la obtención del registro, en 2015 un grupo de maestros de la Benemérita Escuela Normal Veracruzana (BENV) junto con la Red Temática de Investigación de Educación Rural participó en la *Convocatoria de Investigación en Educación Básica SEP/SEB-CONACYT 2015* con el proyecto “Escuelas Multigrado en México: Situación, Retos y Propuestas de Mejora”, el cual fue aprobado y se le asignaron recursos para su realización; sin embargo, no fue posible su concreción, ya que no se pudo firmar el convenio de asignación de recursos en el tiempo establecido por el CONACYT debido al cambio de gobierno estatal y, por ende, de representante legal (figura que ostenta el Secretario de Educación de Veracruz), quien es la única persona acreditada jurídicamente para llevar a cabo este proceso.

En 2017, un CA de la BENV participó en la *convocatoria de Investigación en Evaluación de la Educación CONACYT-INEE 2017* con el proyecto “Evaluación de los conocimientos pedagógicos, disciplinares y tecnológicos en la enseñanza de la ciencia, un estudio en la formación inicial docente en el Estado de Veracruz”, el cual fue aprobado y financiado para su realización, concretándose con la firma del convenio de asignación de recursos.

Sin embargo, este proceso ha sido incipiente debido a factores diversos. Uno de ellos es que los requisitos que establece el CONACYT para la elaboración de los proyectos de investigación son “exigentes” y muy estructurados desde la operatividad técnica y administrativa. Esto se dificulta si las instituciones como las EN no tienen la preparación y normatividad para ejercer y desarrollar proyectos del CONACYT. Otro de los requisitos de la convocatoria hace referencia a la emisión de una carta de postulación firmada por el representante legal y, además, establece que habrá un representante administrativo que se encargará de la contabilidad y comprobación del ejercicio de los recursos canalizados, así como de la elaboración de los informes financieros y administrativos. Se trata de condiciones con las que los docentes de las escuelas normales no están muy familiarizados, motivo que ha propiciado que deban recurrir a la asesoría externa proveniente de universidades o investigadores para orientar el llenado del currículum vitae único y el registro de los primeros proyectos de investigación, entre otras. Cabe mencionar que esta experiencia ha significado un reto para los docentes de la EN, para la DEN e incluso para la Secretaría de Educación de Veracruz (SEV), debido al desconocimiento del proceso.

Asimismo, un componente que representa un factor limitante (incluso para las universidades) es la falta de correspondencia administrativa entre las dependencias a las que se les otorga el fondo y el CONACYT; por ejemplo, ejercer el presupuesto para compra de equipos debe ser vía licitación, lo que en muchas ocasiones dificulta la adquisición, ya que este proceso puede durar tres meses y si se suma el tiempo al ser declarada desierta una licitación, entonces se tiene que repetir el proceso y éste puede durar hasta seis meses, lo cual representa la mitad de un año para un proyecto de tres años o un reporte del primer año del proyecto. Por lo tanto, para operar los proyectos del CONACYT es indispensable la sistematización de los procesos administrativos en la institución receptora de los fondos.

Retos de la educación normal vinculados a la investigación como tarea sustantiva de la educación superior

El desarrollo de la investigación como tarea sustantiva en las EN constituye un avance significativo que permite identificar fortalezas, debilidades y áreas de oportunidad, así como evaluar las condiciones institucionales y su impacto en la calidad de la educación. En ese sentido se identifican algunos retos que se describen a continuación:

Sobre el quehacer de la investigación y la difusión del conocimiento

- La formación de docentes-investigadores con la finalidad de aplicar dichos conocimientos y elevar la calidad de su labor desde el propio contexto y en la solución de los problemas que surjan en el proceso educativo, así como para las otras funciones que tienen que desempeñar, entre ellas la dirección de tesis.
- La planta docente debe fortalecerse en tópicos relacionados con el área de la investigación (metodología cuantitativa y cualitativa, conocimientos estadísticos, diseño de proyectos de investigación, redacción científica y manejo del idioma inglés).
- Trabajar de manera colaborativa, conformados en grupos colegiados o CA para desarrollar LGAC mejorando, por una parte, su perfil profesional como investigador educativo y, por otra, aportando lo generado en la investigación para la resolución de problemas planteados desde la realidad educativa.
- Los formadores de docentes deben trabajar en el fortalecimiento de las competencias que les permitan el diseño y desarrollo de investigaciones con criterios científicos y estándares de calidad, como los planteados por instancias que fomentan la innovación y el avance científico y tecnológico (CONACYT), que contribuyan a la mejora continua de su actividad profesional.
- Redefinir el concepto sobre investigación que cada uno de los docentes tiene y motivarlos a documentar, sistematizar y generar acciones que contribuyan a innovar el proceso educativo y su práctica docente.
- Publicar y difundir el conocimiento como una de las funciones sustantivas de la educación superior y del quehacer científico del formador de docentes.

- Transitar de una producción de conocimientos difundida mayormente en congresos a aumentar la participación de la publicación de artículos en revistas educativas nacionales e internacionales.
- Promover la difusión del conocimiento generado en los documentos de titulación de los estudiantes de licenciatura y posgrado a través de la publicación de artículos en diversos medios editoriales.
- Equilibrar la actividad sustantiva de difusión del conocimiento vinculada a la docencia y a la investigación.

Retos para la subvención de recursos

- Realizar cambios normativos y de gestión, desde las instancias más altas como la Secretaría de Educación hasta las mismas EN, que privilegien el apoyo visible, dirigido hacia el financiamiento planeado y facilidades de gestión en el desarrollo de proyectos de investigación, así como inversión institucional en acceso a base de datos de alta calidad y actualización permanente de recursos bibliográficos.
- Establecer una relación institución-investigador para facilitar los procesos de gestión, en los que la instancia determine el departamento o las autoridades encargadas de llevar a cabo los mencionados procesos, y el docente establecerá estrategias que le permitan participar y obtener recursos para el desarrollo de proyectos de innovación educativa.
- Determinar en la EN los apoyos institucionales que darán a los docentes para participar por el perfil deseable del PRODEP, el ingreso al sistema nacional de investigadores (SNI) y por subvención de recursos en las diversas convocatorias que emite el CONACYT y otras instancias gubernamentales y no gubernamentales, ya que éstos son referentes de calidad académica a nivel nacional.
- Establecer alianzas estratégicas con las universidades para avanzar en forma paralela, no sólo en lo referente a educación, sino en todas las áreas donde convergen las instituciones de educación superior.
- Ampliar el panorama con respecto a la participación en proyectos para la subvención de recursos que permitan realizar investigación, considerando que cada vez hay más organismos a nivel nacional e internacional que apoyan la investigación.

Conclusiones

La investigación educativa debe considerarse un elemento total de innovación en las EN, donde las áreas de investigación y docencia son un elemento importante en la toma de decisiones y en la implementación de políticas educativas que permitan responder a las exigencias actuales de la sociedad y los estudiantes normalistas. Sin embargo, en el caso del estado de Veracruz, aquélla es aún incipiente por diversos factores de carácter docente, administrativo, de gestión y política que repercuten en la generación limitada de conocimiento. Así, algunos de ellos son que la interacción entre los docentes con una visión de investigadores es escasa, a pesar del reconocimiento sobre la importancia de agruparse para producir conocimiento; en ese sentido, aún es un porcentaje bajo el que realiza trabajos en redes de colaboración, grupos de investigación y, de un total de cinco escuelas normales públicas, tres cuentan con cuerpos académicos, centrándose la mayoría en una EN. La función investigativa requiere, más que buenas voluntades políticas, acciones puntuales que agilicen los procesos administrativos y la claridad en ellos, para acceder a otros recursos, transparencia en el uso de los recursos, cambios normativos y facilidades de gestión para que el director del subsistema de educación normal tenga la facultad de firmar los convenios de asignación de recursos de los proyectos de investigación de las EN beneficiadas.

Si bien las EN favorecen espacios para el debate y el diálogo relacionados con los resultados de sus investigaciones o sobre los propios procesos de construcción y condiciones en las que éstas se generan, dichas acciones se llevan a cabo de manera informal y pocas veces incluyen un análisis compartido, organizado y focalizado.

En cuanto a los resultados de las investigaciones y los productos generados de ellas, éstos son poco difundidos, y en mayor medida se observan en el interior de las propias escuelas normales o la producción del conocimiento se concreta en ponencias de congresos, lo que limita trascender hacia otros ámbitos. Tal es el caso de la escasa información publicada en revistas formales de investigación arbitradas y con indexación.

En resumen, la frontera en la ciencia y tecnología requiere y demanda cambios inmediatos y bien dirigidos, para que la investigación educativa avance de forma paralela en la resolución de problemáticas emergentes y en la generación de conocimiento innovador desde la ciencia. Por lo tanto, la labor de las IES y, en particular, de las EN y las instancias de gestión, consiste en trascender a los nuevos retos de la investigación educativa en todos sus niveles académicos, demanda que se sustenta en parte por una sociedad cada vez más educada y conocedora de la competitividad profesional.

Referencias

- CONACYT (octubre, 2018). Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas. Recuperado el 8 de octubre de 2018 de: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/registro-nacional-de-instituciones-y-empresas-cientificas-y-tecnologicas-reniecyt>
- CONEVAL (2013). *Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP)*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/25548/Programa_de_Mejoramiento_del_Profesorado_PROMEP.pdf
- Hurtado, P. (s/f). Una mirada, una escuela, una profesión: historia de las Escuelas Normales 1921-1984. Recuperado de: http://biblioweb.tic.unam.mx/diccionario/htm/articulos/sec_27.htm
- SEP. (2008). *Guía para actualizar el Plan Estatal de Fortalecimiento de la Educación Normal. PEFEN 3.0*. México: SEP.
- (2017). *Evaluación de los Programas Sociales apoyados con subsidios y transferencias*. Recuperado de: http://www.dgesu.ses.sep.gob.mx/Documentos/DSA%20gobmx/PDF/4to.%20Trim_2016%20PRODEP.pdf
- Vera, J. (2011). Reconfiguración de la profesión académica en las Escuelas Normales. *Reencuentro. Análisis de Problemas Universitarios*, (62), 82-87.

El desarrollo de la investigación educativa en el campo de la ciencia dentro de escuelas normales mexicanas implica un compromiso social para aportar a la formación de niños, niñas y jóvenes sensibles a su entorno, críticos y propositivos ante problemáticas ambientales y sociales que hoy en día padecemos, y cuyo futuro no se visualiza halagüeño.

La presente obra surge en el marco de un proyecto financiado por el Fondo Sectorial de Investigación para la Evaluación de la Educación CONACYT-INEE, correspondiente a la Convocatoria 2017, con el objetivo de evaluar la articulación de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial docente en el estado de Veracruz. El lector encontrará un análisis de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido disciplinar de acuerdo al modelo TPACK, con los que alumnos normalistas y profesores se perciben para enseñar ciencia. Además, se identificará la perspectiva de estudiantes normalistas respecto a su formación docente recibida para enseñar ciencias, así como retos tanto personales como curriculares e institucionales. En los once capítulos se abordan las políticas públicas educativas para el fomento a la ciencia, los pasos para realizar la investigación en torno a la enseñanza, la innovación en y para la formación inicial docente y, finalmente, la gestión para la investigación: retos en la educación normal de Veracruz.

Las implicaciones de la educación científica de nuestra niñez quizá no sean visibles de manera inmediata pero tendrán una clara repercusión en su papel como ciudadanos de un mundo cuya única constante son las crisis, sociales, ambientales, económicas, de salud, etc., ¿cómo podrán comprometerse con su prevención si no tienen el referente de la ciencia para comprender qué es lo que las origina y transforma?...

Cada lector elegirá una ruta y qué propósitos seguirá al leer este libro y decidirá qué tomar y qué no tomar en cuenta; lo cierto es que al final comprenderá que en México enseñar ciencia no es sólo un asunto de voluntades políticas, es un compromiso que responsablemente todos los involucrados en la educación debemos asumir y que esto significa un ejercicio de resiliencia pues no siempre se encontrará el apoyo deseado ni se obtendrán los logros esperados. Sin embargo, la empresa lo vale y así lo demuestran los escritos de los autores.

Dra. Rosa del Carmen Flores Macias-UNAM

Sirva esta publicación como retribución a todos los formadores de docentes y docentes en formación de la Benemérita Escuela Normal Veracruzana Enrique C. Rébsamen y del Centro Regional de Maestros Gonzalo Aguirre Beltrán, quienes participaron en algunas de las actividades de esta investigación.

www.pearsonenespañol.com

ISBN: 978-607-32-5114-3



9 786073 251143