

INNOVACIÓN EDUCATIVA

Volumen 22

88

■ CUARTA ÉPOCA ■

enero-abril, 2022

january-april, 2022

ISSN 2594-0392

EN LA SECCIÓN ALEPH

**STEM para problemas reales, los procesos de
cognición y la importancia de la interacción áulica**
**STEM education applied to real problems, the cognition processes
involved and the importance of interaction in the classroom**

JOSÉ GUADALUPE RIVERA PÉREZ ANA LUISA GÓMEZ BLANCARTE CLAUDIA ALEJANDRA HERNÁNDEZ HERRERA
GUADALUPE ELIZABETH MORALES MARTÍNEZ RICARDO JESÚS VILLARREAL LOZANO JANETH IZAGUIRRE LERMA
MARÍA GUADALUPE SANTOS ALCÁNTARA MELANIE ELIZABETH MONTES SILVA JOSÉ LUIS BONILLA ESQUIVEL
MANUELA BADILLO GAONA MARIZA GUADALUPE MÉNDEZ LÓPEZ JOSÉ LUIS CRUZ GONZÁLEZ
EDGARDO RUIZ CARRILLO VALERIA GARCÍA CORONA ELSY VALERIA LEMUS AMESCUA
CRISTINA GÓMEZ AGUIRRE



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

INNOVACIÓN

E D U C A T I V A

Volumen 22

88

■ CUARTA ÉPOCA ■

enero-abril, 2022
january-april, 2022
ISSN 2594-0392

SECCIÓN ALEPH

**STEM para problemas reales, los procesos de
cognición y la importancia de la interacción áulica**

**STEM education applied to real problems, the cognition processes
involved and the importance of interaction in the classroom**

INDIZACIÓN

Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONACyT
Clarivate Analytics Web of Science (WoS)-SCIELO Citation Index

REDALYC

Scientific Electronic Library Online, SCIELO

Latindex-Directorio

Clase

Dialnet

Publindex

Ranking Redib-Clarivate Analytics

Rebiun

Índice Internacional «Actualidad Iberoamericana»

CREDI de la OEI

IRESIE

Registrada en los catálogos HELA y CATMEX

EBSCO-Host, Educational Research

CENGAGE Learning

Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico del CSIC y UNIVERSIA

Matriz de Información para el Análisis de Revistas

Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Barcelona

La Referencia

CRUE

Publindex



**DIRECTORIO
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

Arturo Reyes Sandoval

Director General

Juan Manuel Cantú Vázquez

Secretario General

Lorenzo Javier Reyes Trujillo

Secretario Académico

Laura Arreola Mendoza

Secretaria de Investigación y Posgrado

Ricardo Monterrubio López

Secretario de Innovación e Integración Social

Ana Lilia Coria Páez

Secretaria de Servicios Educativos

Javier Tapia Santoyo

Secretario de Administración

Eleazar Lara Padilla

Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación

y Fomento de Actividades Académicas

María del Rocío García Sánchez

Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras e Instalaciones

María de los Ángeles Jasso Cisneros

Abogada General

Modesto Cárdenas García

Presidente del Decanato

Orlando David Parada Vicente

Coordinador General de Planeación e Información Institucional

Eva Rosario García De Zaldo

Coordinadora de Imagen Institucional

M. en E. José Armando Rodríguez Mena

Director de Formación e Innovación Educativa

Equipo Editorial Editorial Staff

Juan J. Sánchez Marín

Diseño y desarrollo WEB
Web Development and Design
Diseño y formación
Design and page layout

Beatriz Arroyo Sánchez

Coordinadora de edición
Manager of the editing

Adriana Mendoza Ramos

Max Calvillo Velasco
Corrector (a) de Estilo
Proof editing

Guadalupe Cantú Morales

Asistente Ejecutiva
Executive Assistant

INNOVACIÓN
E D U C A T I V A

Innovación Educativa es una revista científica mexicana, arbitrada por pares a ciegas, indizada y cuatrimestral, que publica artículos científicos inéditos en español e inglés. La revista se enfoca en las nuevas aproximaciones interdisciplinarias de la investigación educativa para la educación superior, donde confluyen las metodologías de las humanidades, ciencias sociales y de la conducta. *Innovación Educativa* es una revista que se regula por la ética de la publicación científica expresada por el *Committee of Publication Ethics*, COPE. Cuenta con los indicadores que rigen la comunicación científica actual y se suma a la iniciativa de acceso abierto no comercial (*open access*), por lo que no aplica ningún tipo de embargo a los contenidos. Su publicación corre a cargo de la Dirección de Formación e Innovación Educativa de la Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional.

Número de certificado de reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derecho de Autor: 04-2006053010202400-102. Número de certificado de licitud de título: 11834. Número de certificado de licitud de contenido: 8435. digital: 2594-0392.

INDIZACIÓN

Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONACyT; Clarivate Analytics Web of Science (WoS)-SCIELO Citation Index; REDALYC; Scientific Electronic Library Online, SCIELO; Latindex-Directorio; Clase; Dialnet; Ranking Redib-Clarivate Analytics; Índice Internacional «Actualidad Iberoamericana»; IRESIE. Registrada en los catálogos HELA y CATMEX; Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico del CSIC y UNIVERSIA; Matriz de Información para el Análisis de Revistas; La Referencia; CRUE-REBIUN.

Innovación Educativa cuenta con la participación de evaluadores externos en el proceso de arbitraje.

Domicilio de la publicación: Dirección de Formación e Innovación Educativa de la Secretaría Académica, Edificio «Adolfo Ruiz Cortines», Av. Wilfrido Massieu s/n, esq. Luis Enrique Erro, Unidad Profesional «Adolfo López Mateos», Zacatenco, Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Ciudad de México. Teléfono: 52-5557296000, exts. 57120, 57177 y 57166. Correo: innova@ipn.mx Portal digital: <https://www.ipn.mx/innovacion/>

Los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos de que se especifique lo contrario. Se autoriza la reproducción parcial o total siempre y cuando se cite explícitamente la fuente.

Innovación Educativa is a Mexican scientific journal; blind peer-reviewed, it is indexed and published every four months, presenting new scientific articles in Spanish and English. The journal focuses on new interdisciplinary approaches to educational research in higher education, bringing together the methodologies of the humanities, social and behavioral sciences. *Innovación Educativa* is a journal regulated by the ethics of scientific publications expressed by the Committee of Publication Ethics, COPE, and participates in the initiative for non-commercial open access, and thus does not charge any fees or embargo for its contents. It is published by the Directorate of Educational Training and Innovation of the Academic Secretariat of the Instituto Politécnico Nacional, Mexico.

Number of reserve certificate given by the Instituto Nacional de Derecho de Autor: 04-2006053010202400-102. Number of certificate of title lawfulness: 11834. Number of certificate of content lawfulness: 8435. ISSN Number: 2594-0392.

INDEXING

Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología de CONACyT; Clarivate Analytics Web of Science (WoS)-scielo Citation Index; REDALYC; Scientific Electronic Library Online, SCIELO; Latindex-Directorio; Clase; Dialnet; Ranking Redib-Clarivate Analytics; Índice Internacional «Actualidad Iberoamericana»; IRESIE. Registered in the HELA and CATMEX catalogues; Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico of CSIC y UNIVERSIA; Matriz de Información para el Análisis de Revistas; La Referencia; CRUE-REBIUN.

Innovación Educativa includes the participation of external evaluators in the peer review process.

Publication address: Dirección de Formación e Innovación Educativa de la Secretaría Académica, Edificio «Adolfo Ruiz Cortines», Av. Wilfrido Massieu s/n, esq. Luis Enrique Erro, Unidad Profesional «Adolfo López Mateos», Zacatenco, Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Mexico City. Phone: 52-5557296000, exts. 57120, 57177 y 57166. E-mail: innova@ipn.mx Web: <https://www.ipn.mx/innovacion/>

Signed articles are the sole responsibility of the authors and do not necessarily reflect the point of view of the institution, unless otherwise specified. Total or partial reproduction is allowed provided that the source is acknowledged.

Contenido

	Editorial.	
	▶ Revista <i>Innovación Educativa</i>	
[ALEPH]	Características de la enseñanza de la estadística en disciplinas de STEM en la Educación Superior Characteristics of teaching statistics in STEM disciplines in Higher Education ▶ José Guadalupe Rivera Pérez y Ana Luisa Gómez Blancarte	9
	La opinión de mujeres en STEM sobre lo que impulsa su inclusión The opinion of women in STEM on what drives their inclusion ▶ Claudia Alejandra Hernández Herrera	33
[INNOVUS]	Diagnóstico cognitivo del conocimiento matemático en estudiantes de Ingeniería Cognitive diagnosis of mathematical knowledge in engineering students ▶ Guadalupe Elizabeth Morales Martínez, Ricardo J. Villarreal Lozano, Janeth Izaguirre Lerma y María Guadalupe Santos Alcántara	57
	Metaliteracidad en la formación doctoral: estudio de caso de un curso de Sociolingüística Metaliteracy in Doctoral Education: Case Study of a Sociolinguistics Course ▶ Melanie Elizabeth Montes Silva y José Luis Bonilla Esquivel	79
	Investigación en la acción. Experiencia de formación docente Research in action Alternative training proposal ▶ Manuela Badillo Gaona	96
	Pre-service English language teachers' emotional needs during practicum Necesidades emocionales de futuros profesores de inglés durante su práctica docente ▶ Mariza Guadalupe Méndez López	120
	Análisis exploratorio y confirmatorio del inventario de interacción profesor-alumno en estudiantes universitarios Exploratory and confirmatory analysis of the inventory of teacher-student interaction in university students ▶ José Luis Cruz González, Edgardo Ruiz Carrillo, Valeria García Corona, Elsy Valeria Lemus Amescua y Cristina Gómez Aguirre	141
	Colaboradores	158
	Lineamientos 2022	163
	Guidelines 2022	167

DIRECTOR

Lorenzo Javier ReyesTrujillo
EDITOR EN JEFE / EDITOR IN CHIEF
José Armando Rodríguez Mena

Comité Editorial Editorial Board

Asoke Bhattacharya
Teethtanker Mahaveer University, India

Tomasso Bobbio
Università degli Studi di Torino, Italia

David Callejo Pérez
The Pennsylvania State University, EUA

Jayeel Cornelio Serrano
Ateneo de Manila University, Filipinas

Pedro Flores Crespo
Universidad Autónoma de Querétaro, México

Eugenio Echeverría Robles
Centro Latinoamericano de Filosofía para Niños, México

Alejandro J. Gallard Martínez
Georgia Southern University, EUA

Manuel Gil Antón
El Colegio de México, México

Nirmalya Guha
Manipalá University, India

Abel Hernández Ulloa
Universidad de Guanajuato, México

Rocío Huerta Cuervo
Instituto Politécnico Nacional, México

Javier Lezama Andalón
Instituto Politécnico Nacional, México

Antonio Medina Rivilla
Universidad Nacional de Educación a Distancia, España

Raymundo Morado
Universidad Nacional Autónoma de México, México

Marie Noëlle-Rodríguez
Alliance française de Rio de Janeiro, Brasil

Pilar Pozner
Investigador independiente, Argentina

Benjamín Preciado Solís
El Colegio de México, México

Chakravarthi Ram-Prasad
University of Lancaster, Inglaterra

Claudio Rama Vitale
Universidad de la Empresa, Uruguay

Lizette Ramos de Robles
Universidad de Guadalajara, México

Antonio Rivera Figueroa
Cinvestav, México

Hernando Roa Suárez
Universidad de Santo Tomás, Colombia

Carlos Roberto Ruano
United Nations, World Food Program

María Luisa C. Sadorra
National University of Singapore, Singapore

Miguel A. Santos Rego
Universidad de Santiago de Compostela, España

Luz Manuel Santos Trigo
CINVESTAV, México

Juan Silva Quiroz
Universidad de Santiago de Chile, Chile

Kenneth Tobin
The Graduate Center, City University of New York, EUA

Jorge Uribe Roldán
Facultad de Negocios Internacionales, UNICOC, Colombia

Alicia Vázquez Aprá
Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina

Claudia Marina Vicario Solórzano
Instituto Politécnico Nacional, México

Attiya Warris
University of Nairobi, Kenia

David Williamson Shaffer
University of Wisconsin, EUA

Comité de Arbitraje Arbitration Committee

Sandra Acevedo Zapata*
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Jesús Aguilar Nery*
IISUE, Universidad Nacional Autónoma de México

Luis O. Aguilera García*
Universidad de Holguín, Cuba

Noel Angulo Marcial
Instituto Politécnico Nacional, México

Luis Arturo Ávila Meléndez
Instituto Politécnico Nacional, México

Alma A. Benítez Pérez
Instituto Politécnico Nacional, México

Francois Charles Bertrand Pluvillage
CINVESTAV, México

Carmen Carrión Carranza*
Comité Regional Norte de Cooperación UNESCO, México

María Elena Chan Nuñez*
Universidad de Guadalajara, México

Ivania de la Cruz Orozco*
CIDE, México

Raúl Derat Solís*
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México

Daniel Eudave*
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México

Francisco Farnum*
Universidad de Panamá, Panamá

Alejandra Ferreiro Pérez*
Cenidi - Danza José Limón - CENART, México

Katherina E. Gallardo Córdova*
Tecnológico de Monterrey, México

Luis Guerrero Martínez*
Universidad Iberoamericana, México

Claudia A. Hernández Herrera
Instituto Politécnico Nacional, México

Luz Edith Herrera Díaz
Universidad Veracruzana, México

Ignacio R. Jaramillo Urrutía*
Red ILUMNO, Colombia

Maricela López Ornelas*
Universidad Autónoma de Baja California, México

Mónica López Ramírez*
Universidad Nacional Autónoma de México, México

Marcela Mandiola Cotroneo*
Facultad de Economía y Negocios, Universidad Alberto Hurtado, Chile

Víctor M. Martín Solbes*
Universidad de Málaga, España

Javier Martínez Aldanondo*
Catenaria, Chile

Ricardo Martínez Brenes*
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Costa Rica

María Fernanda Melgar*
Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina

Mónica del Carmen Meza*
Escuela de Pedagogía, Universidad Panamericana, México

Tomás Miklos*
Instituto Nacional de Asesoría Especializada, S.C., México

Adrián Muñoz García*
El Colegio de México, México

Claudia Fabiola Ortega Barba*
Escuela de Pedagogía, Universidad Panamericana, México

Eufrasio Pérez Navío*
Universidad de Jaén, España

Ramón Pérez Pérez*
Universidad de Oviedo, España

Ana María Prieto Hernández*
Investigadora independiente, México

Jesús Antonio Quiñones*
Universidad Abierta y a Distancia, Universidad Santo Tomás, Colombia

Irazema E. Ramírez Hernández*
Benemérita Escuela Normal Veracruzana, México

Leticia Nayeli Ramírez Ramírez*
Tecnológico de Monterrey, México

Ana Laura Rivoir Cabrera*
Universidad de la República, Uruguay

Elena F. Ruiz Ledesma
Instituto Politécnico Nacional, México

Hugo E. Sáez Arreceygor*
Universidad Autónoma Metropolitana, México

Giovanni Salazar Valenzuela*
Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Colombia, Colombia

Cristina Sánchez Romero*
Universidad Nacional de Educación a Distancia, España

Corina Schmelkes*
Universidad Autónoma del Noreste, México

Velumani Subramaniam
CINVESTAV, México

Javier Tarango Ortiz*
Universidad Autónoma de Chihuahua, México

Javier José Vales García*
Instituto Tecnológico de Sonora, México

Felipe Vega Mancera*
Universidad de Málaga, España

Lorenza Villa Lever*
Universidad Nacional Autónoma de México, México

Federico Zayas Pérez*
Universidad de Sonora, México

*Árbitro externo

Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, las llamadas disciplinas STEM se han convertido en un enfoque interdisciplinar y protagonista para enfrentar y responder a las exigencias de la sociedad actual, por lo que las instituciones educativas se encuentran comprometidas en generar en la comunidad estudiantil los conocimientos, las actitudes y las habilidades necesarias que les permitan no sólo comprender de manera conceptual estas disciplinas sino integrarlas y aplicarlas en un contexto social. Al mismo tiempo, la práctica docente se vuelve crucial en virtud de contribuir a este propósito, propiciando en cada estudiante formas innovadoras de hacer, pensar, crear, colaborar, resolver problemas y aplicar el conocimiento a la vida real.

Este número de *Innovación Educativa* se caracteriza por ofrecer artículos que pueden considerarse, a primera vista, textos con temas diversos y heterogéneos pero que, al final, convergen en tres aspectos fundamentales de las instituciones educativas: 1) la imperiosa necesidad de formar profesionistas, desde una perspectiva de género, en las disciplinas STEM que aporten conocimiento para resolver problemas reales, 2) los procesos de cognición por parte de las estudiantes y de los estudiantes en diferentes disciplinas del ámbito académico y 3) el papel fundamental que tiene el personal docente a través de su práctica educativa.

De esta manera, la sección *Aleph* de este número de la revista está dirigido al tema STEM, por lo que concentra dos textos en esta materia. El primero, *Características de la enseñanza de la estadística en disciplinas de STEM en la Educación Superior*, en el cual se destaca la importancia de favorecer el aprendizaje y el pensamiento estadístico aplicado a las disciplinas STEM que, a través de un enfoque interdisciplinar, posibiliten la toma de decisiones y la solución de problemas reales.

El segundo texto es de suma importancia porque permite que se cuestionen situaciones de desigualdad, discriminación y violencia que se manifiestan de manera habitual en los espacios académicos: *La opinión de mujeres en STEM sobre lo que impulsa su inclusión* donde se analizan los obstáculos de género a los que se enfrentan las mujeres como el *piso pegajoso*, *techo de cristal*, modelos femeninos que generan desigualdad, brechas de género en la ciencia y violencia que inciden en su incorporación en las disciplinas STEM, y enfatiza cómo las instituciones educativas se convierten en un espacio esencial para fomentar el interés y participación activa de las mujeres en estas disciplinas.

Por su parte, en la sección *Innovus* se podrá encontrar, a través de una serie de artículos, los resultados de diversas investigaciones referentes a la forma en que se genera el conocimiento en ciertas disciplinas, la importancia de la práctica docente para lograr lo anterior y la imprescindible necesidad de realizar evaluaciones de estos procesos que permitan generar estrategias de mejora.

En esta línea, el primer el texto: *Diagnóstico cognitivo del conocimiento matemático en estudiantes de ingeniería* plantea la importancia de evaluar la gestión y generación de nuevo conocimiento matemático a través de un instrumento eficaz que permita crear estrategias de enseñanza-aprendizaje que contribuyan a potenciar el desarrollo académico del estudiantado. El segundo escrito: *Metaliteracidad en la formación doctoral: estudio de caso de un curso de Sociolingüística* analiza la forma en que se reconoce la necesidad de la información, la manera en que se evalúa la calidad de ésta y la forma en que se le da una utilidad efectiva para crear y comunicar conocimiento vinculado con los recursos de la información y la tecnología digital.

Finalmente, *Innovación Educativa* concluye este número con temáticas relativas a la formación y a la práctica docente a través de los siguientes artículos. En el primero de ellos: *Investigación en la acción. Experiencia de formación docente* se muestran las estrategias de un grupo de docentes que se capacita en el tema de la investigación-acción y lo incorpora en su quehacer educativo. El artículo *Pre-service English language teachers' emotional needs during practicum* rescata la importancia de las necesidades emocionales de los docentes al llevar a cabo su práctica educativa, asimismo, en el texto: *Análisis exploratorio y confirmatorio del inventario de interacción profesor-alumno en estudiantes universitarios* se sugiere la importancia de generar un instrumento para la evaluación de la calidad de la enseñanza.

De este modo, *Innovación Educativa* invita, a través de esta serie de textos, a la búsqueda de formas innovadoras que aporten a nuestro quehacer educativo y a la reflexión de temáticas actuales, imprescindibles y obligadas para quienes estamos inmersos en este ámbito. Deseo que la lectura de lo presentado en el número 88 contribuya a la actualización y mejora en el ejercicio de su investigación y amplie su espectro de escenarios posibles para el beneficio de la educación en nuestro país.

Revista *Innovación Educativa*

[ALEPH]

Características de la enseñanza de la estadística en disciplinas de STEM en la Educación Superior

José Guadalupe Rivera Pérez
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Ana Luisa Gómez Blancarte
Instituto Politécnico Nacional

Resumen

El presente artículo reporta avances de una investigación que explora, en un ámbito nacional, características de enseñanza de la estadística en la Educación Superior. Presentamos los resultados de una encuesta respondida por 153 profesores que enseñan estadística en disciplinas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas en la Educación Superior. La encuesta incluyó 52 ítems, 33 de ellos se diseñaron en escala tipo Likert, que exploran las recomendaciones de la Asociación Americana de Estadística para la instrucción y evaluación de la estadística. Las respuestas a los 52 ítems muestran que los profesores enseñan estadística como una disciplina que aporta información necesaria para solucionar problemas reales; sin embargo, parece que ellos no fomentan en sus estudiantes abordar tales problemas mediante una investigación estadística. Concluimos que esta discrepancia conlleva una visión de la estadística centrada en la aplicación de sus métodos y no en el proceso de investigación necesario para resolver problemas reales.

Palabras clave

Enseñanza de la estadística, Educación Superior, pensamiento estadístico, evaluación, tecnología.

Characteristics of teaching statistics in STEM disciplines in Higher Education

Abstract

This article reports on the progress of a research conducted at the national level that explores characteristics of teaching statistics in Higher Education. We present the results of a survey answered by 153 professors who teach statistics in Science, Technology, Engineering, and Mathematics majors in Higher Education. The survey included 52 items, 33 of which were designed on a Likert-type scale, that explore the American Statistical Association's recommendations for statistics instruction and assessment. The responses to these 52 items show that teachers teach statistics as a discipline to provide necessary information to solve real problems; however, it seems that they do not encourage their students to address these problems through statistical investigations. We conclude that this discrepancy leads to a view of statistics focused on the application of its methods and not on the investigation process needed to solve problems.

Keywords

Teaching statistics, Higher Education, statistical thinking, evaluation, technology.

Recibido: 29/01/2021
Aceptado: 25/05/2022

Introducción

El manejo, análisis y extracción de conocimiento de los datos es una necesidad omnipresente para los profesionistas del siglo XXI. La generación de la gran cantidad de información en múltiples sectores profesionales aumenta la necesidad de pensar, aprender y trabajar con datos de diversas fuentes, realizar un tratamiento adecuado y desarrollar algoritmos que permitan comprender lo que los datos quieren decir (American Statistical Association [ASA], 2016). En nuestros días, se dispone de una gran variedad de datos, pero como señala el economista jefe de Google y profesor de la Universidad de California en Berkeley, Hal Varian, “el factor escaso complementario es la capacidad de entender esos datos y extraer valor de ellos” (Varian, 2009). Al mismo tiempo, señala que:

La capacidad de tomar datos –de entenderlos, de procesarlos, de extraer valor de ellos, de visualizarlos y de comunicarlos– va a ser una habilidad muy importante en las próximas décadas, no sólo a nivel profesional, sino incluso a nivel educativo para los niños de primaria, de secundaria y de universidad (Varian, 2009).

El uso de métodos estadísticos se ha generalizado en áreas como el comercio, industria, gobierno, educación, investigación, milicia, salud, entre otras (Wilks, 2006). Esto permite entender que el estudio de la estadística, a nivel profesional, forma parte de una diversidad de programas académicos de licenciatura y posgrado, aunque no siempre se tiene una idea clara del papel que desempeña la estadística como materia de estudio en esos programas. En este sentido, es importante entender que la estadística no es meramente una materia que ofrece asistencia metodológica a otras áreas de conocimiento, lo que, de acuerdo con Brown y Kass (2009, p. 106), la posicionaría como una disciplina “subsidiaria”. En su lugar, la estadística debe verse como una disciplina que, junto con esas áreas de conocimiento, contribuye a la solución de problemas complejos y toma de decisiones.

La Academia Nacional de las Ciencias, Ingeniería y Medicina (National Academy of Sciences Engineering, and Medicine, 2018) posiciona a la estadística como una de las múltiples disciplinas que conforman la ciencia de los datos. Aclara que los programas de ciencias de datos demandan habilidades analíticas para trabajar con grandes y complejos conjuntos de datos, habilidades de comunicación oral y escrita, y habilidades de trabajo colaborativo, necesarias para resolver problemas del mundo real. Estas habilidades le dan a la estadística un carácter más interdisciplinario que hace referencia a investigar o resolver un problema complejo mediante la aportación de conocimientos y métodos de diversas disciplinas científicas y/o profesionales.

Para Meyers (2015), la estadística es la ciencia del aprendizaje a partir de los datos y forma parte del denominado campo de estudio STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). La educación estadística, al igual que la educación STEM, demandan un enfoque de aprendizaje interdisciplinario, lo que implica prácticas curriculares construidas en torno a solucionar problemas mediante la integración de disciplinas (ver Kettenring, 1995; Legler *et al.*, 2010; Balet, 2013; Savard y Manuel, 2016, para el caso de la educación estadística y Tyler *et al.*, 2019 para la educación STEM). En este sentido, Brown y Kass (2009) señalan que el trabajo interdisciplinario es esencial para la formación estadística en todos los niveles y que puede ser un mecanismo para “hacer los programas más manejables y la disciplina más atractiva” (p. 107).

Dada la importancia que la educación estadística tiene para la educación de profesionistas, y de cualquier ciudadano, su incursión en la educación escolar, desde los niveles básicos hasta superiores, ha sido objeto de estudio en el campo de la investigación en educación estadística. Conocer el sentido y objetivos que persigue la educación estadística es un aspecto esencial no solo para el profesor que la imparte, también para aquellos que diseñan y organizan acciones educativas para el estudio de esta disciplina. Por ello, diversas organizaciones se han ocupado de gestar investigaciones sobre la educación estadística, principalmente, en Estados Unidos (para más antecedentes históricos sobre el campo de la investigación en educación estadística se sugiere revisar el trabajo de Zieffler *et al.*, 2018).

Las investigaciones en educación estadística, entre otros objetivos, buscan explorar el estado actual que guarda la disciplina en el currículo y la manera en que se enseña en las clases. En el caso de la Educación Superior (ES), algunos estudios de gran escala dan cuenta, por ejemplo, de prácticas de enseñanza y creencias por parte de profesores que imparten cursos de estadística (*e. g.*, Garfield *et al.*, 2002; Zieffler *et al.*, 2012) y de objetivos de aprendizaje de estadística que demandan diferentes carreras en universidades de Estados Unidos (*e. g.*, Bargagliotti *et al.*, 2020), así como de aspectos de la enseñanza de la estadística en universidades agrícolas en Argentina (López *et al.*, 2005).

Siguiendo con investigaciones de gran escala, en el caso de México se encontró el estudio de Velázquez *et al.* (2014) que informa sobre los índices de reprobación, promedios semestrales de aprovechamiento y el lugar que ocupa la estadística en relación con las disciplinas reprobatorias en la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Los autores analizaron 13, 411 registros de alumnos del periodo 2005 al 2013. Entre otros resultados, se muestra un 19.36 % de índice de reprobación con tendencia a incrementar al 25 % para el año 2020. La calificación promedio fue de 7.08 (de 10) con tendencia a disminuir a 6.53 para el año 2020 para cursos normales y 7.2 para cursos de verano.

Además, la estadística ocupó el lugar número 4 de las materias más reprobadas por los alumnos. El 75 % de los estudiantes encuestados afirmó no conocer herramientas de tecnologías que facilitarían el aprendizaje de la disciplina.

Inspirado en investigaciones que buscan explorar el estado actual de la enseñanza de la estadística en la ES, el presente artículo presenta un reporte de avance de una investigación exploratoria que investiga las características que actualmente presenta la instrucción y evaluación de la estadística que se estudia en las diferentes carreras universitarias del país. El objetivo del artículo es identificar características de qué y cómo enseña estadística el profesor de ES en disciplinas de STEM.

Marco de referencia

El marco de referencia que se utilizó para guiar el contenido del instrumento con el cual identificar las características de la instrucción y evaluación de la estadística en ES está basado en las seis recomendaciones sugeridas por la Asociación Americana de Estadística (ASA, 2016) expuestas en el reporte *Recomendaciones para la Evaluación e Instrucción en la Educación Estadística* (GAISE, por sus siglas en inglés). Estas recomendaciones nos informan el qué (recomendaciones 1 y 2) y cómo (recomendaciones 3-6) enseñar estadística en los cursos básicos, introductorios, intermedios y avanzados: (1) *enseñar el pensamiento estadístico*, (2) *enfocarse en la comprensión de conceptos*, (3) *realizar la integración de datos reales con un contexto y propósito real*, (4) *fomentar el aprendizaje activo*, (5) *utilizar la tecnología para explorar conceptos y análisis de datos*, y (6) *utilizar evaluaciones que mejoren y valoren el aprendizaje de los alumnos*.

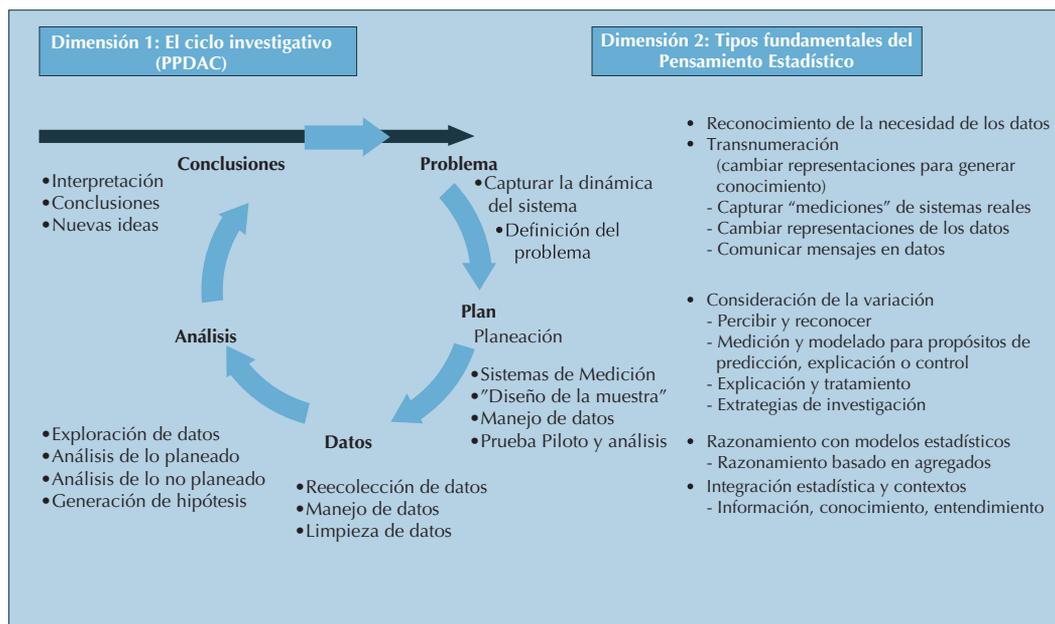
De acuerdo con la ASA (2016), la implementación, por parte de los profesores, de las seis recomendaciones en cursos introductorios de estadística en la ES permitirá lograr metas como: i) la formación de estudiantes como consumidores críticos de información basada en resultados estadísticos, ii) identificar a la estadística como una disciplina que genera conocimiento mediante el proceso investigativo para resolver un problema de la vida real, iii) producir e interpretar resúmenes numéricos, gráficos y reportes de programas estadísticos, iv) reconocer y explicar el rol de la variabilidad y aleatoriedad en estudios de investigación, v) comprender la inferencia estadística y vi) entender las cuestiones éticas en la práctica estadística.

Recomendación 1. Enseñar el pensamiento estadístico

Favorecer el desarrollo de un pensamiento estadístico en los cursos introductorios implica fomentar “el tipo de pensamiento que los estadísticos utilizan para resolver problemas de estadística” (ASA, 2016, p. 12). Este pensamiento es “el uso normativo de modelos, métodos y aplicaciones estadísticas para considerar o resolver proble-

mas estadísticos” (Garfield, 2011, p. 1439). Wild y Pfannkuch (1999), basados en una investigación documental y empírica, caracterizaron el pensamiento estadístico en un marco conceptual de cuatro dimensiones: 1) un ciclo investigativo, 2) tipos de pensamiento, 3) un ciclo interrogativo y 4) un conjunto de disposiciones. Para efectos del estudio, se consideraron las primeras dos dimensiones del modelo (figura 1).

• Figura 1. Dimensiones 1 y 2 del modelo del pensamiento estadístico.



Fuente. Elaboración propia, adaptada de Wild y Pfannkuch (1999).

El ciclo investigativo está relacionado con la forma de operar cuando se resuelve una investigación estadística para resolver un problema de la vida real a través de las fases PPDAC (problema, plan, datos, análisis, conclusión). Los tipos fundamentales del pensamiento estadístico (reconocimiento de la necesidad de los datos, transnumeración, variación, razonamiento con modelos estadísticos e integración con lo estadístico y contextual) hacen referencia a un entendimiento conceptual estadístico y se pueden asociar con las fases del ciclo PPDAC.

El pensamiento estadístico se fundamenta en el uso de la estadística para resolver problemas del mundo real que surgen en diferentes campos de conocimiento. Pfannkuch y Wild (2000) aclaran que un problema real es aquel cuyo origen y solución se encuentran fuera de la estadística, pero que las investigaciones estadísticas proporcionan parte de la comprensión necesaria para llegar a una solución. En cambio, el problema estadístico es aquel que

surge a partir de este problema real. Tanto el conocimiento del contexto del problema real como el conocimiento estadístico son aspectos sustanciales del pensamiento estadístico. La integración de ambos conocimientos permitirá juzgar una situación y tomar decisiones sobre el problema real.

Recomendación 2. Enfocarse en la comprensión de conceptos

De acuerdo con la ASA (2016), enfocarse en una comprensión conceptual, más que procedimental, sugiere definir como meta principal fortalecer el aprendizaje de conceptos, ya que unas bases sólidas de conocimientos permitirán a los estudiantes utilizar en el futuro las técnicas o procedimientos adecuados para realizar un correcto análisis de datos. La inversión de tiempo en clase para discutir, por ejemplo, la comprensión e implicaciones de la variabilidad, el estudio de las relaciones y modelados de los datos incrementan el aprovechamiento académico del estudiante y contribuyen al razonamiento estadístico (Garfield, 1995). Este razonamiento estadístico favorece la comprensión de conceptos.

Recomendación 3. Realizar la integración de datos reales con un contexto y propósito real

La utilización de datos provenientes de la realidad mejorará la experiencia de aprendizaje de los estudiantes aumentando el interés por la interpretación de resultados e ilustrando de manera significativa los conceptos de estadística. De hecho, el quinto tipo fundamental del pensamiento estadístico (figura 1, dimensión 2), implica una integración entre los resultados estadísticos y el contexto de los datos. Esto es, una interpretación de tales resultados en términos de la cuestión que originó la recolección de esos datos, es decir, del problema estadístico.

La aplicación de datos reales en actividades académicas es posible gracias a la recopilación y manejo de grandes volúmenes de datos que están accesibles a través de diferentes sitios distribuidos libremente por diversas instituciones. Se sugiere utilizar datos de diferentes tópicos profesionales con la finalidad de motivar a los estudiantes a aprender estadística y disfrutar el procedimiento (Jolliffe, 2007).

La ASA sugiere explicar sobre el origen y forma de recolección de los datos como motivación e incrementar el interés de la utilidad de la estadística en el mundo real. En muchos casos, por razones diversas, no es posible recolectar los datos de primera mano, no obstante, se puede trabajar con datos ya recolectados, pero es fundamental conocer el contexto de esos datos (e. g., qué tipo de variables son, cómo se midieron, qué problema se quiere resolver).

Recomendación 4. Fomentar el aprendizaje activo

El aprendizaje activo tiene características de la teoría constructivista, Garfield (1995) consideró algunas propuestas basadas en esta teoría que ayudan al aprendizaje de la estadística: i) los estudiantes aprenden construyendo su conocimiento y no de manera pasiva mediante la absorción de información como algunos modelos de clase tradicional. ii) Los estudiantes aprenden mejor si se encuentran motivados y comprometidos en su propio conocimiento, la implementación de actividades que constituyen un reto (*e. g.*, la confrontación de ideas o realización de proyectos) han resultado atractivas para los estudiantes porque les proporcionan una oportunidad para expresar sus ideas u opiniones. iii) Los estudiantes aprenden cuando aplican lo que aprenden y lo transfieren a nuevos contextos o situaciones. iv) La retroalimentación oportuna en tiempo y forma motiva a los estudiantes en su aprendizaje. v) Los estudiantes valoran el conocimiento y habilidades que serán evaluadas. vi) El trabajo de planeación de actividades, uso adecuado de tecnología y experiencia docente ayudarán a ser más efectivo y significativo el aprendizaje de la estadística.

El uso de actividades didácticas aplicadas de manera individual o colaborativa en el salón de clase permitirá al alumno relacionarse con los contenidos de la asignatura mediante el descubrimiento de conceptos, construcción y comprensión de las ideas estadísticas fortaleciendo el pensamiento estadístico (Garfield, 1995). Algunos ejemplos de los métodos de aprendizaje cooperativo y colaborativo son: el aprendizaje basado en problemas y problemas resueltos, casos de estudio, proyectos del curso, aprendizaje basado en proyectos estadísticos, simulaciones y el uso de tecnología organizados en parejas, pequeños grupos o trabajo plenario con actividades intra y extraclasses. Además, la aplicación de este tipo de actividades puede contribuir a mejorar las actitudes, relaciones, comunicación y desarrollo de un crecimiento positivo, personal y social en el ambiente académico (Garfield, 1995; Tishkovskaya y Lancaster, 2012).

Recomendación 5. Uso de tecnología para explorar conceptos y analizar datos

La tecnología forma parte de nuestra vida diaria y, en la actualidad, se ha convertido en un elemento imprescindible para las actividades académicas, profesionales, incluso cotidianas. El acelerado desarrollo de las tecnologías de información ofrece distintas herramientas que pueden ser aplicadas en la práctica y enseñanza de la estadística para favorecer el aprendizaje de los estudiantes. El objetivo primordial de la tecnología en la enseñanza de la estadística se enfoca en la exploración y visualización de conceptos en vez de en la obtención de resultados numéricos (ASA, 2016; Garfield, 1995).

La incorporación del uso de computadoras y *software* estadístico en la enseñanza ha facilitado la ejecución de análisis numéricos de datos (anteriormente mecánicos); el descubrimiento y la comprensión de conceptos, ha permitido mejorar la interpretación de resultados y ha favorecido el desarrollo de habilidades deseadas como el pensamiento estadístico. El uso de las herramientas tecnológicas adecuadas permite realizar cálculos estadísticos de un gran conjunto de datos y obtener resultados en menor tiempo, lo que favorece la concentración del estudiante en la comprensión de ideas y conceptos subyacentes. El amplio rango de procedimientos gráficos incorporados en los programas de cómputo genera nuevas formas de visualizar información y permite a los estudiantes explorar y analizar los datos enfocando su atención en la interpretación y comprensión de resultados sin realizar cálculos numéricos de manera mecánica, lo que favorece la comprensión de ideas abstractas (Tishkovskaya y Lancaster, 2012).

Para hacer posible la comprensión de conceptos estadísticos cuando la tecnología no esté accesible a los estudiantes, la ASA (2016) sugiere: a) proporcionar una breve introducción del *software* en un laboratorio o salón de clase, b) observar al profesor demostrar el uso de un *software* estadístico en el desarrollo de la solución a un problema en el contexto de una investigación y c) enseñar a comprender los resultados de un análisis estadístico similar a los emitidos por un programa especializado combinándolo con preguntas que representen retos de aprendizaje.

Las herramientas tecnológicas estadísticas pueden ser muy variadas: páginas o recursos *web*, repositorios de datos, libros de texto en línea, revistas científicas, simuladores, graficadoras, calculadoras, juegos, cursos virtuales de aprendizaje, todas ellas forman un universo de herramientas disponibles en todo momento para el profesor y estudiante. Los profesores deberán tener una apertura respecto a las herramientas en línea o dispositivos físicos y “utilizar la mejor tecnología disponible” (ASA, 2016, p. 20), así como tener en cuenta las posibilidades de adquisición, implementación, recursos tecnológicos y políticas que determine la institución educativa de nivel superior

Recomendación 6. Utilizar evaluaciones que mejoren y valoren el aprendizaje de los alumnos

La evaluación, independiente del método utilizado, es uno de los recursos para medir el aprendizaje de los alumnos, cuyo objetivo deberá ser evaluar la comprensión de ideas estadísticas o la habilidad de la aplicación de métodos estadísticos a un problema real (Jolliffe, 2007).

De acuerdo con la ASA (2016), las actividades de evaluación deben estar alineadas con los objetivos de aprendizaje. Señala que

las tareas aplicadas oportunamente con la retroalimentación efectiva del profesor permiten una mejor comprensión y facilitan la efectividad del curso. Además, aclara que el uso de esas actividades deberá enfocarse en la comprensión de ideas y conceptos; es decir, actividades orientadas al aprendizaje y no sólo a los procedimientos matemáticos y búsqueda de resultados. Las herramientas informáticas permiten que los estudiantes utilicen recursos de evaluación en plataformas tecnológicas de aprendizaje en diferentes formatos, desde implementar preguntas individuales de interpretación hasta discusiones grupales sobre interpretación de resultados (Gardfield, 1995).

El aprendizaje en estadística implica conocimientos relacionados con la aplicación de los métodos estadísticos, saber cuándo aplicarlos, qué método aplicar, y con la comprensión de lo que es estadística. Es de suma importancia que el profesor de nivel superior implemente actividades adecuadas, con los tipos de preguntas que sean acorde con los objetivos de medición y darse a la tarea de revisar los resultados de sus evaluaciones (Jolliffe, 2007). En algunos casos, dependerá del nivel, naturaleza de la profesión y preparación del docente el uso de un tipo de actividad para evaluar un determinado tema. En el caso particular de profesiones como las ciencias sociales o salud, por ejemplo, algunos alumnos presentan cierto temor hacia la estadística, en este caso, el uso de reportes escritos o de comunicación como la interpretación de resultados obtenidos por computadora o ejemplos de casos relacionados con su profesión podrían ser adecuados para una actividad de clase motivadora.

La ASA (2016) recomienda utilizar una variedad de recursos evaluativos en clase, como exámenes rápidos, proyectos estadísticos, reportes de laboratorio y proyectos finales. Algunas propuestas de evaluación que pudieran ser utilizadas para fortalecer la adquisición de competencias podrían incluir ensayos cortos, proyectos individuales, casos de estudio, reportes reflexivos, portafolios, problemas abiertos, mapas conceptuales, críticas a artículos de medios informativos, los cuales ayudan a detectar áreas de oportunidad y proporcionan información de reacciones y seguimiento del curso (Garfield, 1995). El uso de tareas o proyectos permitirá fortalecer el conocimiento de conceptos, además de fortalecer las habilidades de redacción y el desarrollo completo de habilidades de investigación para integrar los resultados estadísticos con las conclusiones.

Método

A fin de explorar si la enseñanza de la estadística en instituciones de ES atiende características de las recomendaciones de instrucción y evaluación sugeridas por la ASA, se realizó un estudio de tipo exploratorio, descriptivo transversal, y se utilizó la técnica de inves-

tigación de encuesta (Cohen *et al.*, 2007). La población de estudio fueron profesores de ES que imparten o impartieron cursos de estadística en los últimos dos años, al momento de responder la encuesta, en las instituciones de ES participantes.

Participantes

Como se mencionó anteriormente, el presente artículo reporta avances de una investigación en desarrollo. Los datos que se analizan provienen de una muestra de 153 profesores que imparten estadística en disciplinas de STEM (cuadro 1), quienes desde el 13 de diciembre de 2020 al 28 de enero de 2021 habían respondido la encuesta. De los 153 profesores, 40 son mujeres y 113 hombres; 12 profesores tienen menos de 30 años y los 141 restantes son mayores de 30 años. La mayoría de los profesores cuenta con estudios de posgrado (78 maestría, 44 doctorado y 9 posdoctorado), 21 solo el grado de licenciatura y 1 el de especialidad.

• Cuadro 1. Número de profesores participantes por disciplinas de STEM.

Disciplina	Carrera	No. de profesores
Ciencias	Biología, Ciencias de la Salud, Medicina, Química, Nutrición, Ciencias y Tecnología de Alimentos, Químico Farmacobiólogo (QFB), Médico Veterinario	38
Tecnología	Informática	13
Ingeniería	Arquitectura, Ingeniería Forestal, Geógrafo, Petrolera, Agrónoma, Civil, Industrial, Mecatrónica, Logística, Eléctrica, Electrónica, Comunicación, Mecánica, Ambiental, Electromecánica	79
Matemáticas	Economía, Físico-Matemáticas	23

Fuente. Elaboración propia, según las respuestas de la encuesta.

La experiencia de los profesores en la enseñanza de la estadística en la ES varía de menos de 5 años a más de 15 años: 61 profesores con experiencia menor a 5 años, 44 con experiencia de 6 a 10 años, 11 con experiencia de 11 a 15 años y 37 con más de 15 años. Estos profesores laboran en universidades (72 profesores) y tecnológicos (81 profesores), de los cuales 4 son privados y 149 públicos. Su estatus laboral es de profesor de horario libre (80 profesores), de

tiempo completo (64 profesores) y de medio tiempo (9 profesores). La mayoría de los profesores (106) imparten entre 1 y 10 horas de clases por semana; 31 profesores imparten entre 11 a 20 horas; 11 imparten clase más de 20 horas y 5 profesores no impartían clase al momento de realizar la encuesta. En cuanto al número de grupos que atienden, 121 profesores atienden de 1 a 3 grupos, 24 de 4 a 6 grupos, 1 más de 6 grupos y 7 mencionaron que no atendían grupos al momento de realizar la encuesta. Los grupos que atienden los profesores, en su mayoría, los de 104 profesores, tienen de 21 a 40 alumnos, 38 profesores tienen grupos de 1 a 20 alumnos, 9 profesores tienen grupos de más de 40 alumnos y 2 profesores dicen no tener alumnos.

Los profesores atendieron la invitación que recibieron por parte de autoridades educativas de sus instituciones. Para ello, se envió un correo con una solicitud de apoyo para la investigación a secretarios, directores, coordinadores, jefes de departamentos, entre otros, de los departamentos, facultades, escuelas y unidades académicas de instituciones de ES de nuestro país. El marco de referencia para los contactos se elaboró por medio de una búsqueda en las páginas web oficiales de las instituciones. Se organizó una base de contactos por instituciones de los estados de la república, la primera referencia de búsqueda fueron las universidades públicas de los estados y los tecnológicos nacionales; posteriormente, se utilizó el listado de instituciones de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) para ampliar la lista de instituciones. Además, se hicieron invitaciones a profesores contactados de manera personal. También se enviaron correos de invitación a los profesores miembros de la Asociación Mexicana de Estadística. En el periodo del 13 de diciembre de 2020 al 28 de enero de 2021 se habían enviado un total de 971 correos.

Diseño e implementación del instrumento

El instrumento para la recolección de datos fue un cuestionario que incluyó ítems organizados en seis apartados con un total de 76 preguntas (cuadro 2). El primer apartado corresponde a la sección de datos personales (nombre, género, estado civil, grado de estudio, nombre del curso, carrera y área en el que imparte clases) e incluye 7 ítems. Los apartados del II al V incluyen 52 ítems de contenido, 33 de ellos fueron diseñados en una escala tipo Likert de 6 respuestas y puntajes distribuidos de la siguiente manera: 0 puntos para la opción de respuesta “no aplica porque no es parte de mi programa” o “nunca”, 1 punto para “apenas lo indispensable”, 2 puntos para “solo lo indispensable”, 3 puntos para “poco más de lo indispensable” y 4 puntos para “bastante más de lo indispensable”. En su mayoría, estos ítems de contenido fueron diseñados por los autores según su conocimiento sobre las ideas teóricas de las seis

recomendaciones de la ASA (2016); otros ítems se adaptaron de instrumentos ya publicados (Gómez-Blancarte *et al.*, 2021; Bargagliotti *et al.*, 2020; Pérez, 2018). Los apartados V y VI contienen ítems relacionados con el desarrollo profesional del docente y su situación académica actual.

Para la aplicación del instrumento se diseñó una encuesta electrónica utilizando el programa LimeSurvey. En el correo de invitación enviado a los diferentes directivos de las instituciones de ES, además de informar acerca de las características del estudio y confidencialidad de las respuestas, se les proporcionó el enlace electrónico para que el profesor pudiera acceder a responder la encuesta de manera digital, también se les adjuntó la encuesta en formato PDF para que tuvieran conocimiento del tipo de preguntas.

• Cuadro 2. Apartados que conforman el cuestionario.

Apartado	No. de ítems
Datos Personales	7
I. Enseñanza de la asignatura (Ítems relacionados con las recomendaciones 1 y 2 de la ASA)	14 (10)
II. Enfoque de la enseñanza (Ítems relacionados con las recomendaciones 3 y 4 de la ASA)	16 (6)
III. Evaluación (Ítems relacionados con la recomendación 6 de la ASA)	12 (11)
IV. Uso de Tecnología (Ítems relacionados con la recomendación 5 de la ASA)	10 (6)
V. Trayectoria Profesional	6
VI. Situación Laboral	11
Total	76

() = ítems de escala tipo Likert.

Fuente. Elaboración propia.

Validación del instrumento

El proceso de validación del instrumento inició con un estudio piloto en el que se aplicó, durante los meses de mayo a julio de 2020, una primera versión del cuestionario a 34 profesores que impartían estadística en instituciones de ES. Esta primera versión incluía 49 ítems de contenido y en escala tipo Likert. Posterior a la prueba piloto, a los 49 ítems de contenido se les realizó un análisis de consistencia interna mediante la correlación ítem-total, de los cuales, se eliminaron 16 reactivos que

no contribuían a la confiabilidad total del instrumento. Así, el cuestionario final incluyó 33 ítems de contenido en escala tipo Likert.

Para medir la confiabilidad del cuestionario final se realizó el análisis de confiabilidad Alfa de Cronbach a los 33 ítems. El coeficiente α de Cronbach se utiliza para determinar la consistencia interna de un cuestionario cuyo resultado varía de 0 a 1, valores cercanos a 1 determinan alta consistencia de los ítems que componen el cuestionario. Para medir dicha consistencia se consideraron todos los ítems de contenido diseñados en escala Likert (cuadro 3).

• **Cuadro 3. Confiabilidad del cuestionario (N=153).**

Apartados	Alfa de Cronbach	Número ítems
Total del instrumento	0.948	33
I. Enseñanza de la asignatura	0.907	10
II. Enfoque de la enseñanza	0.833	6
III. Evaluación	0.896	11
IV. Tecnología	0.927	6

Fuente. Elaboración propia.

Análisis de datos

Los datos que se analizaron para el presente artículo corresponden a los 52 ítems de contenido y está basado, principalmente, en técnicas de estadística descriptiva, ya que el estudio es exploratorio y descriptivo. Se utilizaron los programas SPSS (Statistical Package for Social Science), versión 25, para el cálculo de frecuencias y porcentajes, y la hoja de cálculo Excel para las representaciones gráficas.

Resultados

Los resultados se organizaron en dos secciones: la primera intenta mostrar características de qué enseña el profesor de estadística; la segunda, cómo enseña.

Características de la enseñanza de estadística en las disciplinas de STEM

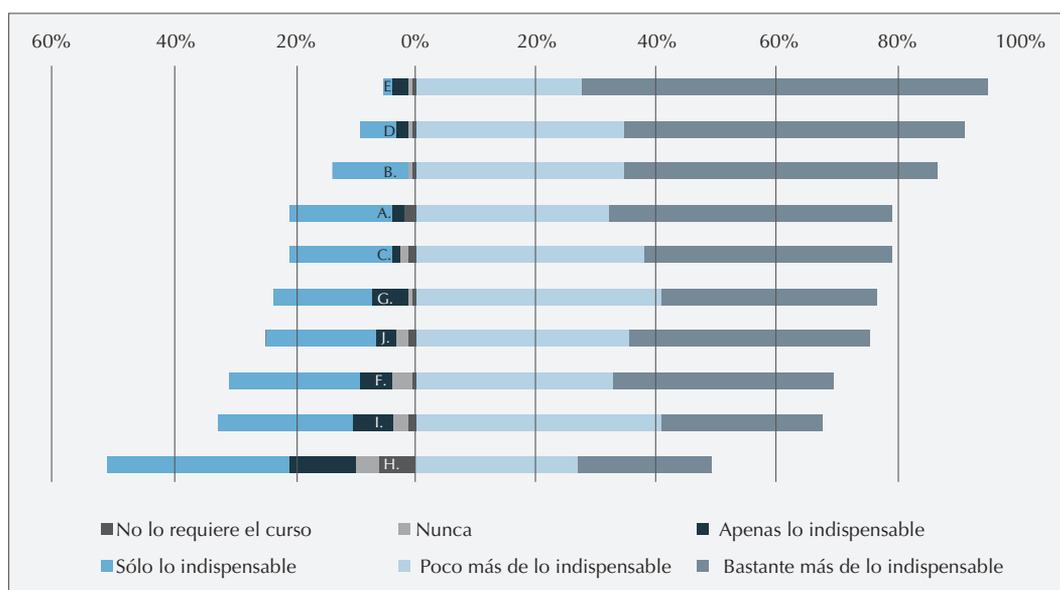
Las preguntas de esta sección dan cuenta de las recomendaciones 1 y 2 de la ASA: enseñar el pensamiento estadístico y un entendimiento conceptual. De los 14 ítems diseñados para identificar qué

enseña el profesor, 10 de ellos (letras A-J) cuestionan características específicas de las dos recomendaciones, los 4 restantes se refieren al material de clase que el profesor usa para guiar su enseñanza.

De acuerdo con las respuestas (figura 2), en las escalas poco más de lo indispensable y bastante más de lo indispensable, los profesores incorporan algunos elementos importantes del pensamiento estadístico y de un entendimiento conceptual, como:

- ▶ Promover la enseñanza de la estadística como una disciplina que busca aportar información para solucionar o tomar decisiones sobre problemas reales (95 %, pregunta E).
- ▶ Promover que los estudiantes interpreten los resultados de un análisis estadístico en términos del contexto de donde provienen los datos (91 %, pregunta D).
- ▶ Acentuar la existencia de la variabilidad durante el proceso de investigación de un problema real (86 %, pregunta B).

• Figura 2. Porcentaje de respuestas a los ítems de Enseñanza de la asignatura.



Fuente. Elaboración propia.

No obstante, en algunas características del pensamiento estadístico, relacionadas con las fases de una investigación estadística, los profesores manifiestan promoverlas en menor medida, ya sea nunca, apenas o sólo lo indispensable, por ejemplo:

- ▶ El uso de instrumentos (*e. g.*, cuestionarios, entrevistas) por parte de los alumnos para recolectar datos reales (51 %, pregunta H).

- ▶ Promover actividades que permitan a los alumnos decidir y justificar los modelos o herramientas estadísticas necesarias para el análisis de los datos (33 %, pregunta D).
- ▶ Promover que los estudiantes formulen preguntas de investigación estadística ante un problema real (31 %, pregunta F).

Referente al material de clase que el profesor utiliza para guiar su enseñanza, 145 profesores manifestaron utilizar material o antologías propias (94.7 %); 116 de ellos, adicionalmente, utilizan libro de texto (75.8 %) y 83 (54.2 %) participantes recurren a fuentes de internet para complementar su enseñanza de la estadística. Los títulos de los libros de texto más utilizados fueron, con un 16 %, *Probabilidad y Estadística para Ingeniería* (de autores como Jay L. Devore y Douglas C. Montgomery, William Mendenhall, Walpole M.); con un 11 %, *Estadística* (de autores como Murray R. Spiegel, y Larry J. Stephens, y Mario Triola); con un 7 %, Bioestadística (de autores como Daniel Wayne W., y Pagano Robert R.), *Probabilidad y Estadística* (de autores como William Mendenhall y Walpole M.), y *Estadística aplicada a los negocios y la economía* (de autores como David R. Anderson, Dennis J. Sweeney Thomas A. y Williams R.).

Las fuentes de internet más consultadas por los profesores para guiar la enseñanza de la asignatura de estadística son: videos de YouTube relacionados con estadística; repositorios institucionales como INEGI, Banxico, Bibliotecas de universidades; artículos científicos en bases de datos científicas o revistas indizadas (e. g., Pubmed, Google académico, ELSEVIER) y material *online* (e. g., apuntes y presentaciones de clase, documentos y ejercicios generados por otros profesores, páginas web con información relacionada con estadística).

Características de cómo se enseña estadística en disciplinas de STEM

Esta sección muestra características relacionadas con las recomendaciones 3 a 6 de la ASA: integrar datos reales con un contexto y un propósito, fomentar el aprendizaje activo, evaluación y uso de la tecnología.

Uso de datos reales

Las respuestas a los 6 ítems (A–F) sobre si el profesor integra datos reales con un contexto y un propósito (figura 3) nos indican que ellos atienden aspectos importantes para fomentar el pensamiento estadístico y una comprensión conceptual dentro de su enseñanza. En mayor medida (poco más o bastante más de lo indispensable) señalan que:

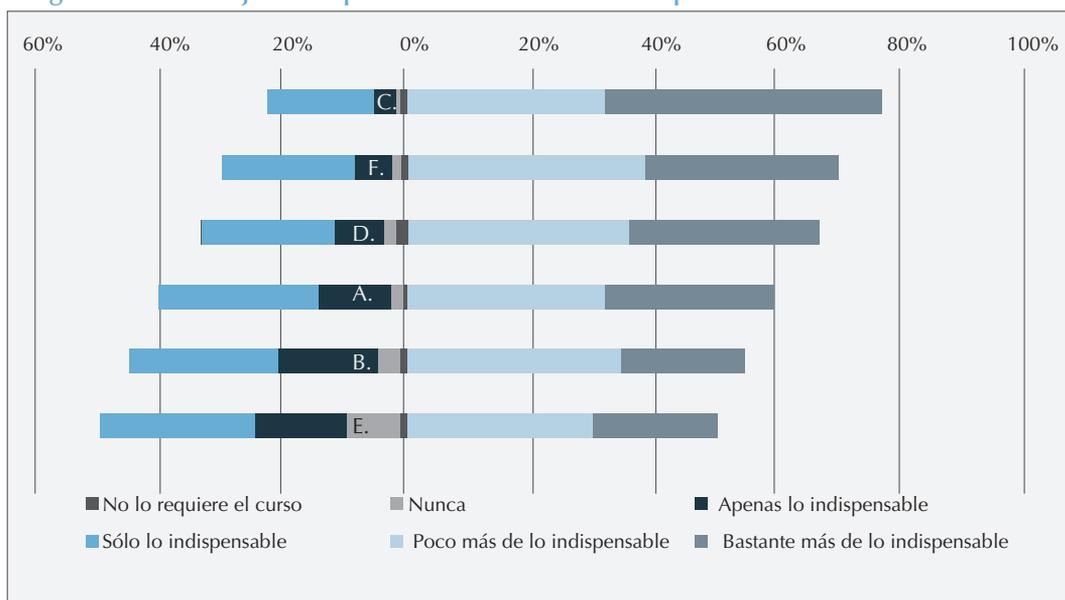
- ▶ Toman en cuenta que los datos que usan para enseñar estadística estén relacionados con el área de formación de los estudiantes (77 %, pregunta C).

- ▶ Permiten que los estudiantes generen, critiquen, juzguen, interpreten y busquen información para la solución de un problema real (70 %, pregunta F).
- ▶ Promueven actividades en las que los estudiantes exploren un conjunto de datos (*e. g.*, identificar variables de estudio, tipos de variable, niveles de medición, entre otros) (67 %, pregunta D).
- ▶ Usan datos reales, es decir que no son datos inventados (59 %, pregunta A).

En menor medida con nunca, apenas o sólo lo indispensable, los profesores:

- ▶ Permiten que los estudiantes anticipen resultados de los datos, sin realizar un análisis, a fin de concientizar la necesidad de un método estadístico (50 %, pregunta E).
- ▶ Usan datos que provienen de repositorios o bases de datos para abordar problemas reales (45 %, pregunta B).

• Figura 3. Porcentaje de respuestas a los ítems de Enfoque de la enseñanza.



Fuente. Elaboración propia.

Cabe resaltar que algunos profesores del área de ingeniería e informática señalaron que estas características de integrar datos reales con un contexto y anticipar resultados de los datos sin realizar un análisis no eran actividades requeridas, es decir, no formaban parte del programa de estudios, por lo que no las atienden.

El análisis estadístico que realizan los profesores con los datos que integran a su enseñanza es, en su mayoría, descriptivo (85.6 %),

regresión lineal (77.8 %) e intervalos de confianza (75.8 %). Entre los análisis menos utilizados se tienen series de tiempo (31.4 %), control de calidad (19.6 %) y análisis multivariado (18.3 %).

Aprendizaje activo

Para conocer si el profesor fomenta un aprendizaje activo, se plantearon preguntas relacionadas con las actividades que realiza en clase y el porcentaje del tiempo que les dedica por semestre (cuadro 4). Dentro de estas actividades, sobresalen las 1, 8 y 9. Actividades en las que el profesor tiene un papel preponderante, en comparación con el alumno. En cambio, las actividades en las que el alumno pudiera tener una participación más activa fueron las que presentaron un menor porcentaje de tiempo invertido: exposición de trabajos estadísticos y realización de proyectos estadísticos.

• Cuadro 4. Porcentaje promedio de tiempo utilizado en el semestre en actividades de clase.

Actividad	M	DE
1.Exposición por parte del profesor de los contenidos programáticos.	54.8	27.7
2. Uso de la tecnología por parte de los estudiantes para realizar análisis estadísticos de datos	52.0	31.6
3. Uso de la tecnología por parte de los estudiantes para comprender los contenidos programáticos expuestos por el profesor.	51.6	33.0
4. Solución de ejercicios o problemas (lápiz y papel) por parte de los estudiantes para aplicar los contenidos programáticos enseñados por el profesor.	46.8	31.0
5. Discusión por parte de los estudiantes sobre los resultados estadísticos obtenidos en sus diferentes actividades.	50.8	33.6
6. Realización de proyectos estadísticos por parte de los estudiantes.	45.0	31.9
7. Exposición de trabajos estadísticos por parte de los estudiantes.	38.4	31.4
8. Retroalimentación por parte del profesor a trabajos realizados por los estudiantes.	57.8	36.8
9. Aplicación de evaluaciones.	56.1	37.7

M = Media, DE = Desviación Estándar

Fuente. Elaboración propia

Evaluación

Los ítems de evaluación atienden a la recomendación 6 de la ASA, las respuestas a estos 11 ítems (ordenadas de la A la K) (figura 4), y un ítem de opción múltiple, nos muestran los aspectos de eva-

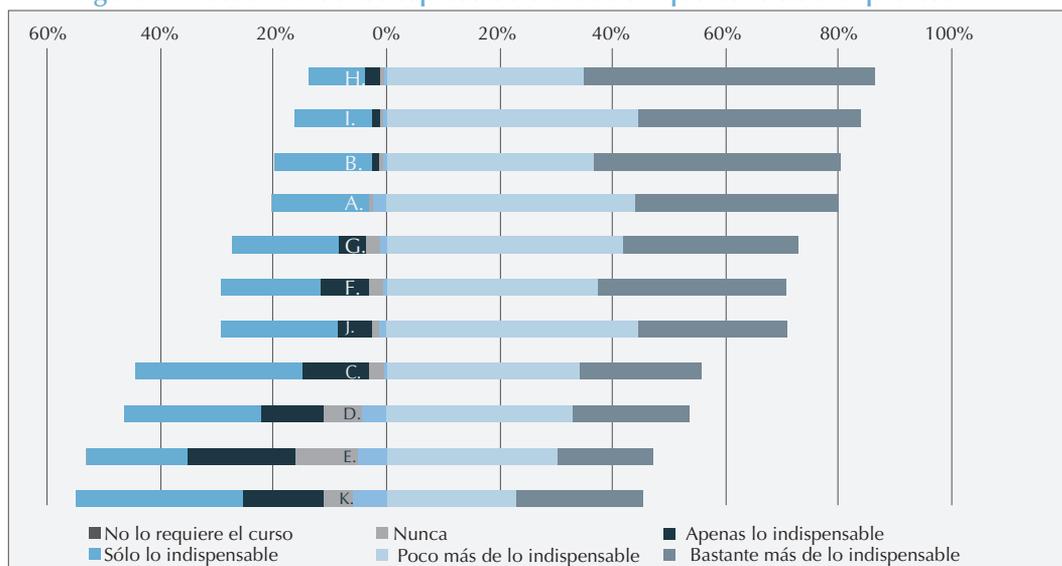
luación del aprendizaje en que los profesores dicen centrarse con mayor medida (poco y bastante más de lo indispensable), dentro de los cuales destacan:

- ▶ La habilidad de los estudiantes para interpretar los resultados de un análisis estadístico (86 %, pregunta H).
- ▶ La habilidad de los estudiantes para relacionar un concepto con otro (*e. g.*, la media y la dispersión), (84 %, pregunta D).
- ▶ Que los estudiantes interpreten correctamente información mostrada en diferentes representaciones estadísticas (*e. g.*, tablas, gráficas, resumen estadístico) (80 %, pregunta B).

En menor porcentaje (nunca, apenas y sólo lo indispensable) los profesores evalúan:

- ▶ La habilidad de los estudiantes para realizar una investigación estadística en la que se planteen un problema de investigación, formulen una pregunta de investigación estadística, recolecten datos reales, realicen un análisis estadístico y extraigan conclusiones basadas en el análisis y en el contexto del problema real (55 %, pregunta K), es decir, que operen en el ciclo investigativo PPDAC.
- ▶ Que los estudiantes interpreten resultados estadísticos publicados en diferentes medios de comunicación (*e. g.*, periódico, revistas, noticiarios, libros, artículos científicos, entre otros) (53 %, pregunta E).
- ▶ La elaboración de reportes escritos derivados de trabajos de investigación estadística (46 %, pregunta D).
- ▶ El trabajo colaborativo de los estudiantes (44 %, pregunta C).

• Figura 4. Frecuencia de los tópicos de evaluación que considera el profesor.



Fuente. Elaboración propia.

Entre 7 y 9 profesores de ingeniería declararon que su curso no requiere evaluar reportes escritos derivados de trabajos de investigación estadística (pregunta D), la interpretación de resultados estadísticos publicados en diferentes medios de comunicación (pregunta E), y la habilidad de los estudiantes para realizar una investigación estadística (pregunta K).

En cuanto al tipo de actividades o medios que utiliza el profesor para evaluar, los más utilizados fueron los ejercicios en clase (90 %), tareas (89 %), exámenes de periodo (80 %), exámenes rápidos (75 %) y actividades de equipo (59 %). Las actividades menos usadas fueron la elaboración de ensayos (21 %), autoevaluaciones (18 %) y reportes de laboratorio (10 %). Los proyectos estadísticos y las actividades en equipo fueron consideradas por, aproximadamente, 59 % de los profesores.

Uso de la tecnología

Respecto al uso de tecnología, 147 (96 %) de los profesores señalaron utilizar herramientas tecnológicas en sus clases. El resto de los profesores indican que no la usan por: falta de tecnología disponible (1.3 %), restricciones en la institución educativa (0.7 %) y falta de conocimiento sobre el uso de herramientas tecnológicas para la enseñanza de la estadística (2 %).

En el caso de los profesores que sí la usan, los programas más utilizados fueron Microsoft Excel (86.9 %) y la calculadora electrónica (59.5 %); los de menor uso: Minitab (35.9 %), Geogebra (24.8 %), páginas web (22.9 %), R (19.6 %), SPSS (18.3 %), Matlab (16.3 %), aplicaciones web interactivas (15 %). Cabe mencionar que un profesor señaló usar el programa Fathom, el cual es ampliamente recomendado por la comunidad de investigación en educación estadística.

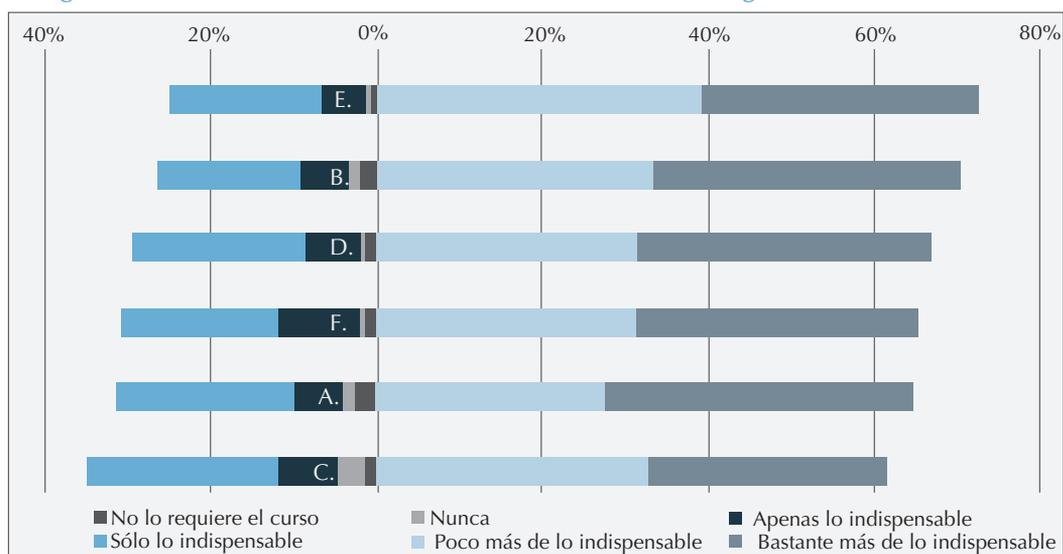
La dinámica de cómo trabajan los profesores con la tecnología se presentó de la siguiente manera: el profesor enseña desde una computadora dentro del salón y los alumnos practican en sus propios equipos dentro o fuera del aula (60.8 %); enseña con el equipo de laboratorio y los alumnos practican en el mismo laboratorio (13.1 %); enseñan sin una computadora en el salón de clase y los alumnos practican en el laboratorio o en su propio equipo (9.8 %); enseñan desde una computadora en el salón de clase y los alumnos practican en el laboratorio (7.8 %) y enseñan desde una computadora en el salón de clase y los alumnos solo observan el procedimiento (4.6 %).

Es importante recordar que la ASA (2016) sugiere que el uso de la tecnología sea para explorar conceptos estadísticos (lo que ayudaría a fomentar un entendimiento conceptual) y analizar datos. De acuerdo con las respuestas de los profesores (figura 5), ellos usan la tecnología para:

- ▶ Que los estudiantes realicen procedimientos numéricos de conceptos estadísticos (*e. g.*, calcular medidas de tendencia central, medidas de dispersión, coeficiente de correlación, entre otros) (71 %, pregunta E).

- ▶ Que los estudiantes realicen un análisis inferencial de los datos (e. g., correlaciones, pruebas de hipótesis, tablas de contingencia, entre otros) (70 %, pregunta B).
- ▶ Que los estudiantes exploren gráficamente una distribución de datos (e. g., identificar las medidas de tendencia central, explorar la variabilidad de los datos, identificar sesgos, entre otros) (67 %, pregunta D).
- ▶ Que los estudiantes transformen un conjunto de datos en múltiples representaciones (e. g., tablas, gráficos estadísticos) y obtengan diferente información de los datos (65 %, pregunta F).
- ▶ Que los estudiantes realicen un análisis exploratorio de datos (e. g., datos perdidos, atípicos, calcular frecuencias o porcentajes, entre otros procesos descriptivos básicos) (65 %, pregunta A).
- ▶ Que los estudiantes exploren características de conceptos estadísticos (e. g., explorar cómo se afectan la moda y la mediana al eliminar valores atípicos) (61 %, pregunta C).

• Figura 5. Frecuencia de las actividades de uso de la tecnología.



Fuente. Elaboración propia.

Conclusiones y consideraciones finales

Los resultados de la encuesta nos permiten concluir que los profesores, en su mayoría, parecen enseñar estadística como una disciplina para resolver problemas reales. Por un lado, el 95 % de los profe-

sores dicen enfocar, poco más de lo indispensable y bastante más de lo indispensable, la enseñanza de la disciplina a la solución o toma de decisiones sobre problemas reales. Por otro lado, promueven (el 91 %) el análisis estadístico en términos del contexto de donde provienen los datos. Además, los proyectos estadísticos, uno de los medios más sugeridos para realizar investigaciones estadísticas y experimentar el ciclo PPDAC, son una actividad practicada por los profesores. El tiempo que los profesores dedican en la clase a trabajar proyectos estadísticos fue de 45 %, aproximadamente, y 59 % de los profesores, aproximadamente, usan los proyectos estadísticos como un medio de evaluación. Sin embargo, otros resultados no informan de posibles inconsistencias en el enfoque de enseñanza que los profesores dicen abordar. Por ejemplo:

- ▶ Pocos profesores promueven actividades que permitan a los alumnos decidir y justificar los modelos o herramientas estadísticas necesarias para el análisis de los datos. La decisión y justificación de esos modelos o herramientas impele cuestionarse qué problema se quiere resolver, a qué pregunta se quiere responder, qué tipo de datos se tienen. Es decir, tener presente las primeras tres fases del ciclo PPDAC.
- ▶ La mayoría de los profesores no promueven la formulación de preguntas de investigación ante un problema real, lo que es parte de la primera fase del ciclo PPDAC.

En este sentido, los profesores pueden estar enfocando su enseñanza en la aplicación de métodos estadísticos para resolver problemas, pero sin comprometer a los estudiantes a experimentar todo el proceso de investigación (ciclo PPDAC) necesario para resolver esos problemas. En otras palabras, parece que se pone más énfasis en la cuarta fase de ese proceso (análisis) sin tomar en cuenta el resto de las fases. De acuerdo con Chance (2002), experimentar este proceso de investigación es una característica de la promoción del pensamiento estadístico. En este caso, la recomendación es, al menos, favorecer un entendimiento de las fases previas y darle más sentido a la última fase, para motivar con ello los tipos fundamentales del pensamiento estadístico (figura 1, dimensión 2).

Respecto del entendimiento conceptual que los profesores dicen promover, los resultados sobre el uso de la tecnología sustentan algunas discrepancias. Hay una diferencia entre usar tecnología como una ayuda para que los estudiantes comprendan conceptos estadísticos y usarla para que los estudiantes se ayuden en los cálculos. Las tecnologías más usadas, Excel y calculadora electrónica, sugieren el segundo uso. Es decir, el tipo de tecnología que el profesor usa es para que los estudiantes “hagan estadística” (Gould, *et al.*, 2018). En este caso, la ayuda en los cálculos debe considerarse como un tiempo que se puede aprovechar para la comprensión de conceptos (primer uso).

La investigación sigue en curso, el número de profesores que responden de la encuesta está aumentado. Se tiene planificado realizar diferentes tipos de análisis que nos permitan, por ejemplo, robustecer nuestros hallazgos e identificar posibles diferencias entre las disciplinas (más allá de las disciplinas STEM) sobre qué y cómo enseñan estadística. Es reconocido que la enseñanza de la estadística, al formar parte de una diversidad de profesiones, puede presentar diferentes escenarios, que son específicos de las necesidades de cada curso, pero las recomendaciones de la ASA pueden aplicarse a una variedad de cursos (ASA, 2016). En este sentido, el propósito fundamental de la investigación es conocer esas necesidades para tener bases sobre las cuales diseñar mecanismos para apoyar al profesor.

Agradecimiento:

Esta investigación fue apoyada por la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN, Proyecto 20211396.

Se declara que la obra que se presenta es original, no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación, así también que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

• Referencias

- ASA. (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) college report 2016*. American Statistical Association. [https://www.amstat.org/education/guidelines-for-assessment-and-instruction-in-statistics-education-\(gaise\)-reports](https://www.amstat.org/education/guidelines-for-assessment-and-instruction-in-statistics-education-(gaise)-reports)
- Balet, S. (2013). Interdisciplinarietà de la estadística: Revisión curricular de un programa subgraduado. *DataCrítica: International Journal of Critical Statistics*, 4(1), 17-22.
- Bargagliotti, A., Binder, W., Blakesle, L., Eusufzai, Z., Fitzpatrick, B., Ford, M., Huchting, K., Larson, S., Miric, N., Rovetti, R., Seal, K. y Zachariah, T. (2020). Undergraduate learning outcomes for achieving data acumen. *Journal of Statistics Education*, 28(2), 197-211. <https://doi.org/10.1080/10691898.2020.1776653>
- Brown, E. N. y Kass, R. E. (2009). What is statistics? *The American Statistician*, 63(2), 105-110. <https://doi.org/10.1198/tast.2009.0019>
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (sexta edición). Routledge.
- Chance, B. L. (2002). Components of statistical thinking and implications for instruction and assessment. *Journal of Statistics Education*, 10(3), 1-14. <https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910677>
- Garfield, J. (1995). How students learn statistics. *International Statistical Review*, 63(1), 25-34.
- Garfield, J. (2011). Statistical literacy, reasoning, and thinking. En M. Lovric (Ed.), *International encyclopedia of statistical science* (pp. 1439-1442). Springer. <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-642-04898-2>
- Garfield, J., Hogg, B., Schau, C. y Whittinghill, D. (2002). First courses in statistical science: The status of educational reform efforts. *Journal of Statistics Education*, 10(2), 1-14. <https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910665>
- Gómez-Blancarte, A. L., Rocha, C. R. y Chávez, A. R. D. (2021). A survey of the teaching of statistical literacy, reasoning and thinking: teachers' classroom practice in Mexican high school education [Número especial]. *Statistics Education Research Journal*, 20(2), Artículo 13. <https://doi.org/10.52041/serj.v20i2.397>

- Gould, R., Wild, C. J., Baglin, J., McNamara, A., Ridway, J. y McConway, K. (2018). Revolutions in teaching in learning statistics: a collection of reflections. En D. Ben-Zvi, K. Makar y J. Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 457-472). Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-66195-7>
- Jolliffe, F. (2007). The changing brave new world of statistics assessment. *Proceedings of the IASE/ISI-Satellite Conference on Assessing Student Learning in Statistics*, Guimarães, Portugal. https://iase-web.org/Conference_Proceedings.php?p=2007_Assess_Stud_Learn
- Kettenring, J. R. (1995). What industry needs. *The American Statistician*, 49(1), 2-4. <https://doi.org/10.2307/2684799>
- Legler, J., Roback, P., Ziegler-Graham, K. y Scott, J. (2010). A model for interdisciplinary undergraduate research program. *The American Statistician*, 64(1), 59-69. <https://doi.org/10.1198/tast.2010.09198>
- López, M. V., Fabrizio, M. D. C., Plencovich, M. C. y Giorgini, H. (2005). Some issues about the status of statistics teaching in agricultural colleges in Argentina. *Statistics Education Research Journal*, 3(1), 60-71. http://iase-web.org/Publications.php?p=SERJ_issues
- Meyers, J. (2015). *Statistics: Fastest-growing undergraduate STEM degree*. Recuperado de: <https://magazine.amstat.org/blog/2015/03/01/statistics-fastest-growing-undergraduate-stem-degree/>
- National Academies of Sciences, Engineering, y Medicine (2018). *Envisioning the data science discipline: The undergraduate perspective: Interim report*. The National Academies Press. Recuperado de: <https://www.nap.edu/catalog/24886/envisioning-the-data-science-discipline-the-undergraduate-perspective-interim-report>
- Pérez, E. J. P. (2018). *Características de la enseñanza de la estadística en la carrera de gastronomía* [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio de CICATA-Legaria. <https://www.cicata.ipn.mx/oferta-educativa/promo/egresados/egresados-de-maestr%C3%ADa.html>
- Pfannkuch, M. y Wild, C. J. (2000). Statistical thinking and statistical practice: Themes gleaned from professional statisticians. *Statistical Science*, 15(2), 132-152.
- Savard, A. y Manuel, D. (2016). Teaching statistics: Creating an intersection for intra and interdisciplinarity. *Statistics Education Research Journal*, 15(2), 239-256. http://iase-web.org/Publications.php?p=SERJ_issues
- Tishkovskaya, S. y Lancaster, G. A. (2012). Statistical education in the 21st century: A review of challenges, teaching innovations and strategies for reform. *Journal of Statistics Education*, 20(2), 1-24. <https://doi.org/10.1080/10691898.2012.11889641>
- Tyler, R., Williams, G., Hobbs, L. y Anderson, J. (2019). Challenges and opportunities for a STEM interdisciplinary agenda. En B. Doig, J. Williams, D. Swanson, R. Borromeo Ferri y P. Drake (Eds.), *Interdisciplinary mathematics education* (pp. 51-81). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11066-6_5
- Varian, H. (2009). *Hal Varian on how the web challenges managers*. Recuperado el 27 de enero de 2021, de: <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/hal-varian-on-how-the-web-challenges-managers>
- Velázquez, P. F. C., Araiza, R. L. O. y Pérez, H. C. P. (2014, septiembre 10-12). *Estadística: Una estrategia distinta de aprendizaje basada en tecnologías de información y comunicación* [Ponencia]. XVII Congreso Internacional sobre Innovaciones en Docencia e Investigación en Ciencias Económico Administrativas. Durango, México. http://www.fca.uach.mx/apcam/xvi_congreso/2015/02/24/P120_UACH.pdf
- Wild, C. J. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-248. <https://doi.org/10.2307/1403699>
- Wilks, S. S. (2006). Undergraduate statistical education. *American Statistician*, 60(1), 39-45. <https://doi.org/10.1198/000313006X91773>
- Zieffler, A., Garfield, J. y Fry, E. (2018). What is statistics education? En D. Ben-Zvi, K. Makar y J. Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 37-10). Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-66195-7>
- Zieffler, A., Park, J., Garfield, J., delMas, R. y Bjornsdottir, A. (2012). The statistics teaching inventory: A survey on statistics teachers' classroom practices and beliefs. *Journal of Statistics Education*, 20(1), 1-29. <https://doi.org/10.1080/10691898.2012.11889632>

La opinión de mujeres en STEM sobre lo que impulsa su inclusión

Claudia Alejandra Hernández Herrera
Instituto Politécnico Nacional

Resumen

El objetivo de este artículo fue describir la opinión de mujeres que estudian educación superior y bachillerato, en STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), en el Instituto Politécnico Nacional (México), con respecto a elementos que impulsan u obstaculizan su inclusión relacionados con 2. Campo laboral de STEM; 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM; y 4. Las afinidades personales con STEM. Se realizó un estudio transversal y correlacional. La obtención de los datos se efectuó por medio de un cuestionario con escala tipo Likert. Se logró una muestra de 1, 122 estudiantes. Se llevó a cabo un análisis factorial exploratorio y modelos lineales generalizados. Se encontró que las estudiantes de educación superior con las más altas afinidades personales con STEM fueron aquellas cuyas madres se dedican al hogar, junto con aquellas con un familiar que se desenvuelve en la STEM. Por su parte, las estudiantes de bachillerato cuya madre únicamente contaba con estudios de primaria resultaron con baja puntuación en afinidades personales con STEM. En relación con 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM, las estudiantes de educación superior con la puntuación más alta fueron aquellas que estaban convencidas de lo que estaban estudiando. Por lo que respecta al 2. Campo laboral de STEM, las estudiantes de bachillerato que consideraron que una mujer en STEM percibe un salario mensual entre 5, 000 y 7, 000 pesos mexicanos, fueron las que mayormente expresaron que el mercado laboral favorece a los hombres. Se concluye que el IPN necesita mantener una agenda de género que permita profundizar la inclusión de las estudiantes poniendo énfasis en la organización de ferias, cursos de especialización en STEM, vinculación exclusiva para mujeres, acceso a proyectos de investigación dirigidos por investigadoras, incremento en número de becas y un sistema de captación de talento e implementación de programas de capacitación con perspectiva de género dirigido a profesores.

The opinion of women in STEM on what drives their inclusion

Abstract

The aim of this article was to describe the opinion of women who study higher education and high school, in STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), at the National Polytechnic Institute (Mexico), regarding elements that promote or hinder their inclusion-

Palabras clave

Afinidades de las mujeres con la STEM, educación superior, mujeres en enseñanza media superior, mujeres en STEM.

Keywords

Higher education, women in high school, women in STEM, women's affinities with STEM.

Recibido: 30/05/2020

Aceptado: 11/01/2022

related with 2. STEM career field; 3. The school and the development of STEM fields; and 4. Personal affinities with STEM. A cross-sectional and correlational study was carried out. The data was obtained by means of a questionnaire with a Likert-type scale. A sample of 1, 122 students was achieved. An exploratory factor analysis and generalized linear models were carried out. Higher education students with the highest personal affinities with STEM were found to be those whose mothers are homemakers, along with those with a family member who is involved in STEM. For their part, high school students whose mother only had primary school education had a low score in personal affinities with STEM. In relation to 3. School and the development of STEM fields, the higher education students with the highest score were those who were convinced of what they were studying. Regarding the 2. STEM labor field, the high school students who considered that a woman in STEM receives a monthly salary between 5, 000 and 7, 000 Mexican pesos, were the ones who mostly expressed that the labor market favors men. It is concluded that the IPN needs to maintain a gender agenda that allows deepening the inclusion of female students, emphasizing the organization of fairs, specialization courses in STEM, exclusive engagement for women, access to research projects led by female researchers, an increase in the number of scholarships and a talent recruitment system and implementation of training programs with a gender perspective aimed at teachers.

Introducción

La *United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization* (UNESCO, 2019; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) ha expresado con énfasis que aún prevalecen barreras que impiden a muchas mujeres estudiar programas académicos en *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM; Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Las barreras se hacen presentes desde la adolescencia, cuando los papeles de género empiezan a consolidarse, generando discriminación con consecuencias mayormente adversas para ellas, que van desde mayor participación en el trabajo doméstico no remunerado, el embarazo a edad temprana, la pobreza, la inseguridad en los trayectos hacia y de regreso de la escuela, y la violencia escolar. Castañeda (2019) añade que relegar a las mujeres, la mitad de la población, al circunscribirlas al hogar, repercute negativamente en el bienestar de todos; argumenta que el machismo tiene efectos adversos para la competitividad y la productividad de las naciones. Además, menores oportunidades de acceso, retención y conclusión en la educación para mujeres y niñas, limitan el potencial nacional de capital humano, y de capacidades científicas y tecnológicas.

Ahora bien, de acuerdo con la *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD, 2018; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), la educación coadyuva al crecimiento inclusivo a través de la formación de capital humano de calidad. Al respecto, la UNESCO (2019) ha puesto énfasis en que se necesita garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, sin embargo, es complejo lograrlo. De acuerdo con Hendel (2017), una dificultad que enfrentan las mujeres se denomina “piso de barro”, que se refiere a las tareas de cuidado y de la vida familiar que en su mayoría recaen en ellas, lo que les complica la realización de actividades académicas por limitaciones de tiempo; la situación empeora si la estudiante tiene hijos.

En el campo de investigación de género sobre la ciencia, Wang y Degol (2017) encontraron cinco factores que explican la subrepresentación de las mujeres en STEM: 1. Capacidad cognitiva; 2. Intereses o preferencias ocupacionales; 3. Equilibrio entre trabajo y familia; 4. Creencias sobre habilidades específicas del campo científico; y 5. Estereotipos y prejuicios relacionados con el género. Por su parte, Mim (2022) señaló que en la ciencia a los hombres se les atribuye mayor competencia que a las mujeres, cualidad valorada positivamente en una sociedad patriarcal. Por su parte, Kuchynka, Eaton y Rivera (2022) destacan que la explicación de la subrepresentación de las mujeres en los campos de STEM se encuentra en los entornos de aprendizaje, los cuales con frecuencia favorecen a los hombres. Además, según Kang, Keinonen y Salonen (2021), las creencias sobre el éxito o el fracaso escolar en relación con STEM surgen desde la infancia, y dependen de las experiencias vividas que pueden impulsar o disminuir el interés de las niñas por la ciencia.

En México el acceso a la educación media superior y superior es aún complicado para una parte de los jóvenes que están en edad normativa; de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, s.f.a), durante el ciclo escolar 2018-2019 sólo 5, 239, 675 estuvieron matriculados en la educación media superior, esto representó el 48.4 % de los jóvenes entre los 15 y 19 años y en la educación superior únicamente estuvieron inscritos 3, 943, 544, lo que significó 37.8 % de la población entre 20 y 24 años.

Además, otro factor que resulta problemático específicamente para las mujeres en STEM es emplearse; a pesar de que mujeres concluyen sus estudios universitarios, su participación en el mercado laboral está limitada. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), en el último trimestre de 2021 el porcentaje de mujeres con educación media superior o superior con trabajo informal fue 59 %, mientras que en el caso de los hombres fue 50 % (INEGI, s.f.b). Por otra parte, el Observatorio Laboral (s.f.) señaló que en el tercer trimestre de 2021 el porcentaje de mujeres profesionistas ocupadas alcanzó el 46.4 %, y uno de los sectores en donde prevaleció un menor porcentaje de mujeres con empleo es el área de ingeniería con el 20.2 %, mientras que la empleabilidad fue 79.8 % en el caso de los hombres.

En México se han realizado investigaciones con mujeres en STEM. Se ha reportado evidencia de que ellas suelen carecer de un modelo femenino al cual seguir, además de que una de sus motivaciones cuando estudian es demostrar que pueden con la licenciatura; y una de sus aspiraciones es trabajar en una empresa (Oliveros, Cabrera, Valdez y Schorr, 2016). Estudios en la Universidad de Nuevo León indican que la familia es un factor que influye en la selección de estudios en STEM, y se sabe que las estudiantes de STEM expresan mayor incertidumbre que los hombres frente a su futuro laboral (Álvarez, González y Castillo, 2019; véase también Talley y Martínez, 2017). Por su parte, Nava (2020) realizó entrevistas a universitarias que acudieron al evento *Jalisco Talent Land*, encontrando que ellas perciben a la STEM como emocionantes, además que consideran que permiten generar soluciones a problemas sociales; para algunas son una pasión y motivación para el aprendizaje, empero, opinan que las fuentes de empleo siguen privilegiando a los hombres.

Por lo anterior, el objetivo del estudio que aquí se reporta fue estudiar opiniones de mujeres en el Instituto Politécnico Nacional (IPN; México), que estudian STEM en educación media superior y superior, con respecto a 2. Campo laboral de STEM; 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM; y 4. Las afinidades personales con STEM; como medio para identificar posibles avances y retrocesos en el IPN en materia de igualdad y de educación con perspectiva de género, visualizar intervenciones que coadyuven a su mayor inclusión, y así contribuir a la disminución de brechas de género y la mitigación de desigualdades que ellas enfrentan, y favorecer la formación de más mujeres profesionistas capaces de contribuir al desarrollo científico y tecnológico de México.

De ahí surgieron las preguntas de investigación: ¿cuáles son las opiniones de mujeres estudiantes de STEM, de educación media superior y superior del IPN, en relación con factores que posiblemente impulsan o limitan su inclusión, específicamente: 2. Campo laboral de STEM; 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM; y 4. Las afinidades personales con STEM? ¿Cuáles son los efectos principales de variables sociodemográficas (de las mujeres participantes) en modelos lineales generalizados en asociación con estos factores? ¿Cuáles son las recomendaciones de estas estudiantes para apoyar a las mujeres que estudian STEM en el IPN?

Las mujeres STEM

En STEM es evidente la menor participación de mujeres. Este fenómeno ha sido estudiado considerando factores intrínsecos como la motivación, la autoestima, los estereotipos, y factores extrínsecos como: 2. Campo laboral de STEM; 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM; y 4. Las afinidades personales con STEM, entre otros (Hernández, 2021).

Desde la biología y las neurociencias se ha argumentado que los cerebros de hombres y mujeres son diferentes en tamaño. Ambos presentan un número equiparable de células cerebrales, pero las

mujeres ostentan un cráneo más pequeño. Esto último ha sido base para concluir erróneamente que las mujeres son menos inteligentes para las matemáticas y las ciencias; empero, mujeres y hombres presentan inteligencia equivalente (Brizendine, 2018; véase también Joel y Vikhanski, 2020). Al respecto, Haier, Jung, Yeo, Head y Alkire (2005), mediante estudios con resonancia magnética, han concluido que hombres y mujeres presentan equivalente rendimiento intelectual. Además, García (2003) explica que a pesar de que mujeres y hombres presentan procesos bioquímicos cerebrales modulados de manera diferenciada por hormonas, las capacidades mentales dependen en mayor medida de experiencias y aprendizajes, los cuales ocurren en contextos socioculturales que son los que mayormente fomentan ciertas capacidades y comportamientos que se asociación con géneros específicos.

En la literatura científica se han reportado estudios sobre las dinámicas de género, concluyendo que en los espacios escolares está normalizada la violencia que ejercen hombres hacia mujeres y niñas (Mayeza, Bhana y Mulqueeny, 2022). Por su parte, Leyva (2017) indica que, para entender los ambientes escolares masculinizados que se dan en los programas académicos de STEM, se necesita analizar las dinámicas sociales considerando elementos como la raza, la religión, el estrato social, entre otros. Investigaciones han revelado que, tan pronto como al finalizar la escuela primaria, niños y niñas ya consideran que ellos son más aptos para la STEM; lo que llega a influir negativamente en el rendimiento de las niñas en STEM (Master y Meltzoff, 2016). Además, para Kuschel, Ettl, Díaz y Alsos (2020) la desigualdad de género en STEM se origina también en estereotipos y creencias de género, lo que da lugar a una pobre participación de mujeres que limita que otras tengan modelos femeninos que seguir. De igual forma, Schuster y Martiny (2017) señalan que algunas de las razones por las que algunas mujeres descartan la posibilidad de optar por estudiar en un programa académico de STEM están relacionadas con la anticipación de efectos negativos por estereotipos de género, es decir, ellas presuponen que esos programas académicos serán insatisfactorios o desagradables, por lo que acaban optando por otros campos de conocimiento. En relación con lo anterior, Shaffer, Marx y Prislín (2013) afirman que los ambientes en donde se logra poner en duda los estereotipos de género favorecen que las mujeres se sientan igual de capaces y exitosas que los hombres.

También se ha encontrado que el autoconcepto matemático es uno de los elementos que predicen la elección de estudiar STEM. Se tiene la hipótesis de que la escasa presencia de mujeres en STEM está relacionada con las menores calificaciones que algunas obtienen en comparación con los hombres, lo que merma la confianza en sí mismas. El autoconcepto matemático es la autopercepción de competencia matemática, y representa un predictor clave de la motivación y el rendimiento escolar en ese campo. La brecha de género en el autoconcepto matemático también tiene relación con el estereotipo de que

las matemáticas son un campo masculino y, por lo tanto, las mujeres llegan a creer que es menos probable que tengan éxito en él (Sax, Kanny, Riggers-Piehl, Whang y Paulson, 2015).

Otro elemento es la expectativa de éxito, cuando ésta es alta es más probable que la persona persista y consiga graduarse en STEM. Sin embargo, algunas personas con baja expectativa de éxito atribuyen alto valor a la STEM, lo que puede explicar la elección de estudiar STEM y el posterior abandono de los estudios.

Se ha reportado evidencia de que las mujeres presentan menor probabilidad de caracterizarse con altas expectativas de éxito en STEM. Por lo anterior, intervenciones que visibilicen a mujeres exitosas en STEM pueden coadyuvar a reducir la brecha de género. Además, las universidades pueden implementar programas de tutoría entre pares, en donde las alumnas más audaces y exitosas apoyen a las que presentan menores expectativas de éxito. También, se pueden ofrecer cursos con aplicaciones contextualizadas de la STEM para que mujeres logren disipar sus inquietudes respecto de su elección de programa académico. (Robnett y Thoman, 2017).

Además, la autoeficacia está asociada con la creencia anticipada de logro, de que es posible alcanzarlo y de que se cuenta con las habilidades suficientes, mientras que la autoconfianza es la convicción de que se tendrá éxito, es decir, el éxito escolar de las personas requiere de convicción y confianza en la capacidad que se tiene para la tarea (Appianing y Van Eck, 2018; Szelényi, Denson e Inkelas, 2013). La autoeficacia y la autoconfianza están fuertemente asociadas con el éxito universitario y con altas expectativas profesionales en STEM; la autoeficacia, en particular, ha presentado asociación con la esperanza de poder combinar la vida profesional y personal de forma equilibrada (Szelényi, Denson y Inkelas, 2013).

Por otra parte, de acuerdo con Schlenker (2015), las mujeres que trabajan en STEM y que son madres presentan mayor probabilidad de eventualmente quedar fuera del mercado laboral. A pesar de que mujeres superen a hombres en logro educativo, ellas perciben comparativamente menor ingreso. Por su parte, Olitsky (2014) afirma que personas que laboran en STEM obtienen mayores ingresos después de cinco años de haber concluido los estudios universitarios, por lo que para las mujeres que laboran en STEM es relevante su permanencia laboral para que logren incrementar los retornos económicos de su educación hasta resultar equiparables a los de los hombres.

Con respecto a 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM, está el reto de replantear las estructuras y la cultura de los sistemas educativos que han sido diseñados por hombres y que, por lo tanto, retroalimentan positivamente las expectativas de éxito, la autoeficacia y la autoconfianza de ellos en STEM, dotándolos de mayor liderazgo y de otras capacidades por encima de las mujeres (Makarova, Aeschlimann y Herzog, 2016). De acuerdo con Sinnes y Løken (2014), el género no es un factor causal para que una persona se convierta

en científico o científica, es decir, mujeres y hombres son igualmente capaces de contribuir al desarrollo científico. Sin embargo, una educación científica masculinizada provoca un tratamiento diferenciado entre mujeres y hombres, discriminación, y al final un mayor número de profesores hombres de STEM.

Materiales y métodos

Las participantes

La muestra de mujeres de educación superior se obtuvo del estudio que fue publicado por Hernández (2021). En el caso de las estudiantes de enseñanza media superior, el cuestionario se aplicó en marzo de 2019 y se distribuyó a 349 jóvenes de varios Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos del IPN, que acudieron a conferencias con mujeres exitosas o talleres relacionados con STEM en las caravanas organizadas por Mexicanas del Futuro; los cuestionarios se aplicaron en el vehículo en el que fueron transportadas las estudiantes de regreso del evento y éstos fueron devueltos por autoridades de cada plantel.

El cuestionario

La obtención de datos se llevó a cabo inicialmente por medio de un cuestionario de 28 ítems, elaborado a partir de una revisión de la literatura, el cual fue aplicado originalmente en escuelas de educación superior (Hernández, 2021). Pero, al contemplar aquí datos de escuelas de educación media superior, se restringió a 19 ítems que corresponden a los tres factores que pudieron ser replicados: 2. Campo laboral de STEM; 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM; y 4. Las afinidades personales con STEM. Se empleó la misma escala tipo Likert en donde 5 fue el código asociado con “Totalmente de acuerdo”, 4 fue el código asociado con “De acuerdo”, 3 lo fue con “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, 2 lo fue con “En desacuerdo”, y 1 lo fue con “Totalmente en desacuerdo”.

El estudio piloto lo llevó a cabo Hernández (2021) con un grupo de 80 estudiantes de educación superior, aquí se restringió a estos 19 ítems hallándose una *alfa* de Cronbach de 0.701, lo que indica que las preguntas presentaron una consistencia interna insuficiente para establecer resultados científicos, pero aceptable con la perspectiva de continuar mejorando las cualidades métricas del cuestionario.

Las variables sociodemográficas fueron: 1. Semestre de inscripción; 2. Escolaridad de la madre; 3. Ocupación de la madre; 4. Escolaridad del padre; 5. Ocupación del padre; 6. Familia en STEM; 7. ¿Cuenta con beca?; 8. Cuáles asignaturas tiene reprobadas; 9. Promedio escolar; 10. Cuántas asignaturas tiene reprobadas; 11. Número de días a la semana que dedica a estudiar para un examen complejo; 12. ¿Actualmente el estudiante está trabajando?; 13. Convencimiento de lo

que se está estudiando; 14. Percepción sobre el sueldo de una mujer en STEM; 15. Cuántas horas al día considera que trabaja una mujer en STEM; y 16. Nivel de inglés.

Resultados

Se realizó un análisis factorial exploratorio. Previamente se aplicaron dos pruebas: 1. El estadístico Kaiser-Meyer-Olkin fue .741; y 2. La prueba de esfericidad de Bartlett presentó un valor $p < .01$, lo que indica que los ítems no necesariamente pueden agruparse en factores, sin embargo, se logró una solución imperfecta de tres factores (véase el cuadro 1).

•Cuadro 1. Análisis factorial exploratorio, matriz de componentes rotados

Factor 4. Afinidades personales con STEM	Media (mujeres)		
	Carga factorial	Educación superior	Educación media superior
Considero que me gustan las matemáticas más que otras asignaturas del plan de estudios	.670	3.72	3.42
Durante mi trayectoria académica, es decir, desde la primaria, secundaria y preparatoria he tenido logros importantes en el área de matemáticas	.654	3.68	3.54
He pensado en estudiar una especialización relacionada con el área de matemáticas, ciencia e ingeniería	.547	3.67	3.8
Creo que las asignaturas con alto contenido de matemáticas me generan ansiedad y siento que no voy a poder	.513	2.63	2.78
Cuando obtengo malas calificaciones en las áreas de matemáticas me presiono y me pongo a estudiar el tiempo que sea necesario hasta resarcir mis deficiencias	.504	3.87	3.88
Conozco ampliamente el campo laboral de la carrera que estoy estudiando	.478	3.66	3.48
A veces pienso que los temas de la ciencia, la tecnología y la innovación son temas para personas solitarias con alto nivel intelectual	.368	2.22	2.02
Alguien cercano trabaja en el campo de la ingeniería y las matemáticas, de ahí mi inspiración por estudiar esta carrera	.320	3.06	3.1
Considero que soy autodidacta, por lo tanto, soy responsable de mis debilidades académicas y yo las resuelvo	.310	3.85	4.21
Factor 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM	Media (mujeres)		
	Carga factorial	Educación superior	Educación media superior
En la escuela he trabajado con problemas prácticos en donde se proponen soluciones haciendo uso de la ingeniería, las matemáticas, la tecnología y las ciencias	.636	3.92	4.07
En la escuela los profesores se esfuerzan para generar mayor interés por las asignaturas relacionadas con las matemáticas, las ciencias y la ingeniería	.596	3.17	3.47

Factor 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM	Media (mujeres)		
	Carga factorial	Educación superior	Educación media superior
Durante mis estudios he tenido contacto con un científico que hace experimentos, tiene proyectos de investigación que los aplica a la vida real y que me inspira a seguir ese camino	.588	3.37	3.16
Durante mis estudios he tenido contacto con una profesora experta en matemáticas que me inspiró mi gusto hacia éstas	.550	3.76	3.54
Creo que entiendo las posibles aplicaciones en la vida real de las matemáticas y la ingeniería	.528	4.00	3.87
La escuela cuenta con <i>clubes</i> y cursos de temas avanzados de la carrera que estoy estudiando	.442	3.04	2.82
En varias ocasiones he visto cómo los profesores discriminan a las mujeres que estudian carreras en donde existe mayor población masculina	.380	3.24	2.50
Factor 2. Campo laboral de STEM	Media (mujeres)		
	Carga factorial	Educación superior	Educación media superior
Es evidente que los hombres ganan más que las mujeres en diversos campos, pero más en aquellos relacionados con las matemáticas, ingeniería, tecnología y ciencias	.783	2.87	2.91
En los empleos relacionados con la ingeniería, matemáticas, ciencia y tecnología, en su mayoría, los perfiles están dirigidos a los hombres	.746	2.95	2.61
Es evidente que existen trabajos que son adecuados a las mujeres y, de igual manera, existen trabajos que son idóneos para los hombres	.577	2.98	2.62

Fuente. Elaboración propia.

En total se analizaron datos de 1, 122 mujeres encuestadas, de las cuales 773 estaban estudiando en el nivel superior, y 349 la educación media superior. El contexto sociodemográfico que rodeaba a estas estudiantes se tradujo en que el 3 % de sus madres contó con estudios de posgrado, el 21 % con estudios de licenciatura, el 39 % con estudios de bachillerato, el 27 % con estudios de secundaria, el 9 % con estudios de primaria, y el 1 % no tenía estudios. Por otra parte, el 44 % de estas madres se dedicaban al hogar, mientras que el 24 % trabajaba por su cuenta, el 13 % trabajaba en el gobierno y el 19 % trabajaba en una empresa. Por lo que respecta a los padres, el 4 % contó con estudios de posgrado, el 27 % con estudios de licenciatura, el 36 % con estudios de bachillerato, el 22 % con estudios de secundaria, el 7 % con estudios de primaria, el 2 % no tenía estudios, y 2 % no respondió. A su vez, el 7 % de estos padres se dedicaba al hogar o estaban desempleados, el 40 % trabajaba por su cuenta, el 16 % laboraba en el gobierno, y el 37 % trabajaba en una empresa.

Por otra parte, el 57 % de las estudiantes señaló que algún familiar trabajaba o estaba cercano a las matemáticas y la tecnología. Además, 18 % contaba con una beca. Asimismo, el 36 % de las estudiantes presentaba una o más asignaturas reprobadas. También, 19 % de las estudiantes trabajaba. Mientras que 75 % de las estudiantes afirmaron estar convencidas de lo que están estudiando. Finalmente, el 24 % de las estudiantes encuestadas afirmó que una mujer en STEM trabaja una jornada de 8 horas, 53 % señaló de 8 a 10 horas, el 10 % indicó de 10 a 12 horas y el 13 % dijo desconocerlo.

Además, se trabajó con modelos lineales generalizados, para cada factor se plantearon dos modelos según la distribución de variables sociodemográficas que se observa en el cuadro 3, y el resultado de la prueba de contraste Ómnibus se presenta en el cuadro 2.

•Cuadro 2. Modelos lineales generalizados: resultados de la prueba de contraste Ómnibus

Modelo uno	Educación superior	Educación media superior
Factor 4. Las afinidades personales con STEM	.00**	.00**
Factor 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM	.02	.01
Factor 2. Campo laboral de STEM	.07	.02
Modelo dos	Educación superior	Educación media superior
Factor 4. Las afinidades personales con STEM	.00**	.00**
Factor 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM	.00**	.02
Factor 2. Campo laboral de STEM	.01	.00**

Nota: ** $p < 0.01$

Fuente: Elaboración propia

•Cuadro 3. Modelos lineales generalizados: valores p de variables explicativas propuestas

Variables	Factor 4		Factor 3		Factor 2	
	ES	EMS	ES	EMS	ES	EMS
Modelo uno						
Semestre de inscripción	.00**	.17	.24	.00	.71	.03
Escolaridad de la madre	.58	.00**	.86	.05	.16	.03
Ocupación de la madre	.00**	.20	.79	.14	.49	.02
Escolaridad del padre	.29	.61	.62	.14	.11	.12
Ocupación del padre	.02	.11	.15	.71	.03	.89

Variables	Factor 4		Factor 3		Factor 2	
	ES	EMS	ES	EMS	ES	EMS
Modelo uno						
Familia en STEM	.00**	.34	.02	.80	.95	.89
¿Cuenta con beca?	.04	.59	.18	.24	.10	.00
Cuáles asignaturas tiene reprobadas	.79	.67	.57	.68	.66	.81
Promedio escolar	.00**	.01	.06	.91	.04	.43
Modelo dos						
Cuántas asignaturas tiene reprobadas	.02	.12	.46	.39	.79	.51
Núm. de días a la semana que dedica a estudiar para un examen complicado	.00**	.00**	.14	.05	.17	.03
¿Actualmente la estudiante está trabajando?	.39	.02	.27	.02	.44	.00**
Convencimiento de lo que se está estudiando	.00**	.00**	.00**	.02	.71	.01
Percepción sobre el sueldo de una mujer en STEM	.63	.79	.08	.48	.01	.00**
Cuántas horas al día considera que trabaja una mujer en STEM	.69	.21	.51	.93	.00	.42
Nivel de inglés de la estudiante	.84	.41	.50	.01	.12	.00**

Nota: ** $p < .01$; ES = Educación Superior; EMS = Educación Media Superior; Factor 2 = Campo laboral de STEM; Factor 3 = La escuela y el desarrollo de los campos de STEM; y Factor 4 = Las afinidades personales con STEM

Fuente: Elaboración propia

Factor 4. Las afinidades personales con STEM

Para este factor se aplicó la prueba de contraste Ómnibus (véase el cuadro 2), la cual arrojó efectos tanto para las mujeres de educación superior como para las de bachillerato, en ambos modelos.

Además, se realizó el análisis de medias marginales para cada variable sociodemográfica incluida en cada modelo. Los efectos principales para las mujeres estudiantes de educación superior se asociaron con: 1. El semestre de inscripción ($p < .01$); 2. Ocupación de la madre ($p < .01$); 3. Familia en STEM ($p < .01$); 4. Promedio escolar ($p < .01$); 5. Número de días a la semana que dedica a estudiar para un examen complicado ($p < .01$); y 6. Convencimiento de lo que se está estudiando ($p < .01$; véase el cuadro 3).

Para el grupo de mujeres estudiantes de educación superior, se halló que, en los primeros semestres de la carrera, que abarcan del primero al cuarto semestre, 4. Las afinidades personales con STEM

presentaron la mayor puntuación, con tendencia a disminuir conforme se avanza en la carrera, sin embargo, tiende a incrementarse nuevamente en los últimos semestres. Por su parte, aquellas cuya madre se dedicaba al hogar fueron las que calificaron más alto 4. Las afinidades personales con STEM, y con la menor puntuación fueron aquellas cuya madre trabajaba por su cuenta. Por otro lado, quienes expresaron contar con un familiar cercano a la STEM otorgaron la mayor puntuación a 4. Las afinidades personales con STEM. Además, aquellas con un promedio escolar de 8.0 y 9.5 presentaron la mayor puntuación en 4. Las afinidades personales con STEM. Asimismo, aquellas que dedicaban siete días a la semana a estudiar para un examen complicado, fueron las que presentaron la mayor puntuación en 4. Las afinidades personales con STEM. Finalmente, aquellas que indicaron estar convencidas de lo que están estudiando fueron las que dieron la mayor puntuación a 4. Las afinidades personales con STEM.

Para el grupo de mujeres estudiantes de bachillerato, los efectos principales se asociaron con: 1. Escolaridad de la madre ($p < .01$); 2. Número de días a la semana que dedica a estudiar para un examen complicado ($p < .01$); y 3. Convencimiento de lo que se está estudiando ($p < .01$; véase el cuadro 3).

Para el grupo de mujeres estudiantes de bachillerato, se encontró que aquellas cuya madre contó con estudios de licenciatura y posgrado fueron las que alcanzaron la mayor puntuación en 4. Las afinidades personales con STEM, en contraste, aquellas cuya madre contaba con estudios de primaria fueron las que presentaron la menor puntuación. Asimismo, aquellas que estudiaban cinco y seis días para un examen difícil fueron las que presentaron la mayor puntuación en 4. Las afinidades personales con STEM. Finalmente, aquellas que estaban convencidas de lo que estudiaban fueron las que presentaron la mayor puntuación en 4. Las afinidades personales con STEM.

Factor 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM

De igual forma, para este factor se aplicó la prueba de contraste Ómnibus (véase el cuadro 2), la cual arrojó efectos sólo para las mujeres estudiantes de educación superior, en el modelo dos.

Además, se realizó el análisis de medias marginales para cada variable sociodemográfica incluida en el modelo dos. Los efectos principales para las mujeres estudiantes de educación superior se asociaron con: 1. Convencimiento de lo que se está estudiando ($p < .01$; véase el cuadro 3).

Las mujeres estudiantes de educación superior que expresaron estar convencidas de lo que están estudiando fueron las que presentaron la mayor puntuación en el factor 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM.

Factor 2. Campo laboral de STEM

Las pruebas estadísticas de contraste Ómnibus revelaron efectos sólo para el grupo de mujeres estudiantes de bachillerato, en el modelo dos ($p < .01$; véase el cuadro 2).

Además, se realizó el análisis de medias marginales para cada variable sociodemográfica incluida en el modelo dos. Los efectos principales para las mujeres estudiantes de bachillerato se asociaron con: 1. ¿Actualmente la estudiante está trabajando? ($p < .01$); 2. Percepción sobre el sueldo de una mujer en STEM ($p < .01$); y 3. Nivel de inglés de la estudiante ($p < .01$; véase el cuadro 3).

Por último, con respecto a los efectos observados con mujeres estudiantes de bachillerato, se halló que aquellas que se encuentran trabajando fueron las que calificaron más alto en el factor 2. Campo laboral de STEM. Además, aquellas que señalaron que una mujer en STEM percibe un salario mensual entre 5, 000 y 7, 000 pesos fueron quienes calificaron más alto en el factor 2. Campo laboral de STEM, mientras que aquellas que indicaron que una mujer en STEM percibe más de 19, 000 pesos mensuales, presentaron la menor puntuación en este factor. Por otra parte, aquellas con un nivel de inglés descrito como “excelente” fueron las que presentaron la mayor puntuación en el factor 2. Campo laboral de STEM.

Recomendaciones de las mujeres encuestadas hacia la escuela

Además, a las encuestadas se les planteó una pregunta abierta: ¿qué recomendaciones le darías a la escuela para apoyar a las mujeres que estudian carreras relacionadas con la ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas? Entonces, se categorizaron las respuestas en dos: 1. Mujeres estudiantes de educación superior; y 2. Mujeres estudiantes de bachillerato. Del análisis de la narrativa emergieron tres categorías para las mujeres estudiantes de educación superior: 1. Talleres, cursos y asignaturas; 2. Inclusión de las mujeres en STEM; y 3. Profesores. Mientras que de la narrativa de las mujeres estudiantes de bachillerato emergieron dos categorías: 1. Talleres, cursos y asignaturas; y 2. Inclusión de las mujeres en STEM. El resultado del análisis de la narrativa se presenta en los cuadros 4 y 5.

• Cuadro 4. Recomendaciones de mujeres estudiantes de educación superior hacia la escuela sobre cómo apoyar a las mujeres que estudian STEM

Categoría	Contenido	Análisis de contenido
Talleres, cursos y asignaturas	Referencias sobre acciones de formación, como talleres, cursos y asignaturas, para mujeres en STEM	<p><i>Ofrecer o promover capacitaciones, clubes, conferencias, cursos, ferias de empleo, grupos de estudio, seminarios o talleres...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ...exclusivos para mujeres • ...impartidos y diseñados por mujeres • ... donde se involucren por igual hombres y mujeres • ... sobre cuestiones de género • ... sobre mujeres emprendedoras en la industria • ... de empoderamiento de la mujer

Semestre de inscripción	Contenido	Análisis de contenido
Talleres, cursos y asignaturas	Referencias sobre acciones de formación, como talleres, cursos y asignaturas, para mujeres en STEM	<p>Ofrecer o promover capacitaciones, clubes, conferencias, cursos, ferias de empleo, grupos de estudio, seminarios o talleres...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... orientados a la mujer • ... orientados a las niñas • ... sobre emprendimiento • ... de superación personal o autoestima • ... de redacción y comunicación • ... de matemáticas • ... de ciencias • ... de ingeniería y tecnología • ... de aplicaciones informáticas especializadas • ... sobre las asignaturas del siguiente semestre • ... sobre temas relacionados con la carrera y sus campos de aplicación • ... de asesoramiento académico para mujeres en situación académica deficiente o crítica <p><i>Exámenes pertinentes de acuerdo con el tiempo de resolución y el nivel académico promedio en el que se está desarrolando la asignatura</i></p>

Categoría	Contenido	Análisis de contenido
Inclusión de las mujeres en STEM	Referencias sobre el fomento de la inclusión de mujeres en STEM	<p><i>Becas para mujeres en STEM</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo con becas para mujeres que estudien estas carreras y para que puedan tomar cursos de especialización de la carrera • Hay muchas mujeres con hijos pequeños que quieren terminar sus estudios, pero por la falta de dinero no los concluyen • Becas para madres solteras • Becas para investigación <p><i>Equidad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Crear un ambiente de igualdad • Que las traten por igual, que no gocen de beneficios por ser mujeres y mucho menos que hombres profesores y alumnos las hagan sentir inferiores • Hacer entender a los profesores que las mujeres y los hombres tienen las mismas capacidades, que somos iguales y que la carrera profesional no nos define • Más inclusión en trabajos de investigación

Categoría	Contenido	Análisis de contenido
Inclusión de las mujeres en STEM	Referencias sobre el fomento de la inclusión de mujeres en STEM	<p><i>Oportunidades y facilidades de acceso a la STEM para mujeres</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cursos gratis • Ampliar la matrícula • Más seguridad • Conferencias impartidas por mujeres ingenieras para mostrar las capacidades y las habilidades de la mujer • Programas de vinculación para mujeres • Inversión económica para equipo e instalaciones • Más difusión en primarias y secundarias para que más niños y niñas se interesen por, y conozcan otras profesiones no tradicionales • Mejorar la enseñanza de las matemáticas • Que nos hablen más de cómo es la vida real en la empresa con los obreros
Profesores	Sugerencias para los profesores que enseñan en STEM	<p><i>Dominio de la asignatura que se imparte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Más profesores especializados • Tener más profesores realmente preparados y confiables en el área de matemáticas y que estén capacitados para impartir clases <p><i>Discriminación de las mujeres por parte de profesores</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Darles cursos o capacitaciones a los profesores hombre para que traten mejor a las chicas y no las hagan sentir menos o las excluyan de las actividades • Que se impartan pláticas a profesores para evitar la discriminación a las mujeres • Ubicar a los profesores que impiden el avance de las mujeres en la carrera con la discriminación, realizar más conferencias acerca de la importancia que han tenido las mujeres dentro de las ciencias • Que los profesores dejen de pensar que las mujeres son de casa • Profesores más preparados, sin preferencias por alumnos o alumnas • Igualdad y respeto entre alumnos y especialmente profesores • Que capaciten a los profesores que todavía tienen la costumbre de discriminar a las mujeres porque crecieron en ambientes machistas • Revisar y atender conflictos de discriminación machista por parte de alumnos, profesores e incluso compañeros de ingeniería o licenciatura • En la actualidad no hay tanta diferencia, solo será que los profesores dejaran sus ideales de que los hombres son para la ingeniería • Que los profesores tengan un trato igualitario tanto para sus alumnos varones como para las alumnas • Que los profesores que tienen clases con alumnas no las hagan menos y las traten igual

Categoría	Contenido	Análisis de contenido
Profesores	Sugerencias para los profesores que enseñan en STEM	<p><i>Violencia de profesores hacia las mujeres</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Que educaran más a sus docentes, para que así ya no se den los comentarios ofensivos, porque algunos profesores lo hacen • Que quiten a los profesores que hacen comentarios ofensivos hacia las mujeres • Se debe disminuir el uso de vocabulario misógino en los salones • Evaluar no solo académicamente a los profesores, sino también psicológicamente, pues muchos han mostrado actitudes misóginas • Ubicar a los profesores acosadores y capacitar a los profesores en un ámbito más humano para el mejor trato • Quitar a algunos profesores que acosan <p><i>El machismo del profesor</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Supervisar los niveles de machismo que manejan algunos profesores • Contar con maestros que tengan una mentalidad más abierta, pues me he encontrado con profesores sumamente machistas • Que eviten contratar profesores machistas que no creen en las actitudes de las mujeres <p><i>La actitud del profesor potenciadora de la motivación del estudiante</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Que se les brinde más apoyo por parte de los profesores y tutores, ya que a veces estos desalientan por su manera de enseñar • Cátedras adecuadas y profesores que inspiren el amor o, al menos, el interés por esos campos • Tener más materias prácticas con profesores que las motiven y que no sean corruptos • Vigilar el comportamiento y las actitudes de profesores (por lo regular masculinos) al momento de impartir su clase • Evaluar a los profesores, atender las quejas de las alumnas y no hacer caso omiso de las acciones de ciertos profesores • Cuidar la actitud de los profesores ya que muchos te bajan la autoestima • Más maestras que inspiren y menos profesores que las limiten

Fuente: Elaboración propia

• Cuadro 5. Recomendaciones de mujeres estudiantes de bachillerato hacia la escuela sobre cómo apoyar a las mujeres que estudian STEM

Categoría	Contenido	Análisis de contenido
Talleres, cursos y asignaturas	Referencias sobre acciones de formación, como talleres, cursos y asignaturas, para mujeres en STEM	<p><i>Ofrecer o promover capacitaciones, clubes, conferencias, cursos, ferias de empleo, grupos de estudio, seminarios o talleres...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • que permitan despertar el interés de las mujeres • especiales para mujeres • didácticos para mujeres • donde mujeres exitosas expongan su vida y de esa manera motivar a las demás

Categoría	Contenido	Análisis de contenido
Talleres, cursos y asignaturas	Referencias sobre acciones de formación, como talleres, cursos y asignaturas, para mujeres en STEM	<ul style="list-style-type: none"> • que apoyen para incrementar su motivación • para el desarrollo de habilidades • que incrementen el liderazgo y la confianza de las mujeres • sobre ciencia y tecnología • relacionados con las asignaturas de mayor aplicación en las carreras • de regularización de matemáticas • enfocados a los jóvenes
Categoría	Contenido	Análisis de contenido
Inclusión de las mujeres en STEM	Referencias sobre el fomento de la inclusión de mujeres en STEM	<p><i>Becas para mujeres en STEM</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo económico • Incentivos para mujeres <p><i>Equidad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Personal capacitado para la inclusión • Campo laboral más inclusivo para mujeres • Contar con programas que impulsen la igualdad • Trato igualitario para mujeres y hombres • Incrementar el número de profesoras <p><i>Oportunidades y facilidades de acceso a la STEM para mujeres</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Programas para dar a conocer las carreras del Instituto Politécnico Nacional • Actividades de integración para las niñas • Reconocimiento a las mujeres exitosas de los planteles • Apoyar más la educación de las mujeres • Enseñar mejor las matemáticas, eliminando prejuicios • Apoyar las decisiones de carreras de las mujeres, impulsando sus metas, y ofreciéndoles herramientas para que consigan sus metas • Asesorías para mujeres • Motivación y orientación • Orientación vocacional • Apoyo emocional <p><i>Discriminación y machismo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • No a la discriminación • Que los profesores no discriminen a las mujeres • Que no se dejen hacer menos por comentarios machistas <p><i>Sistema educativo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo y comprensión • Sistema educativo más flexible • Que las escuelas mantengan el ritmo y la disciplina • Más apoyo a los profesores

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Este estudio se propuso con el objetivo de conocer la opinión de estudiantes de STEM, de educación superior y media superior, del IPN, sobre ciertos factores que impulsan u obstaculizan su inclusión en la STEM: 2. Campo laboral de STEM; 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM; y 4. Las afinidades personales con STEM.

Los resultados de esta investigación muestran que las estudiantes de educación superior con un familiar relacionado con la STEM fueron las que obtuvieron la mayor puntuación en 4. Las afinidades personales con STEM, por lo que posiblemente se sientan más motivadas para estudiar STEM. Por tanto, se considera pertinente acercarse a las estudiantes modelos a seguir, sobre todo a aquellas que no cuenten con algún referente personal en la STEM, pues puede influir en su elección de estudiar STEM y la posterior perseverancia hasta su graduación.

En el caso de las estudiantes de educación media superior, se encontró que quienes presentaron la menor puntuación en 4. Las afinidades personales con STEM, fueron aquellas que señalaron que su madre únicamente estudió la escuela primaria, lo que significa que se necesita monitorear su desempeño académico para poder implementar acciones de prevención que ayuden a mitigar los posibles casos de deserción escolar que se pueden presentar en estos grupos vulnerables.

Al respecto, para Talley y Martínez (2017) el apoyo familiar es fundamental para que las mujeres en STEM tomen la decisión de persistir. Asimismo, Barabino *et al.* (2020) afirman que para apoyar la presencia de las mujeres en STEM, y de esta forma avanzar hacia la equidad y la inclusión, es recomendable: 1. Identificar y dar a conocer a aquellas mujeres que han logrado construir un equilibrio entre su vida familiar y laboral; 2. Programas que desarrollen el liderazgo de las mujeres; y 3. Programas que den a conocer, en general, a mujeres del campo científico. También, Skolnik (2015) afirma que son necesarias acciones orientadas a fortalecer la resiliencia de mujeres en STEM, como la incorporación del apoyo moral para mantener la fe, la automotivación, contar con amigos, el apoyo familiar, la inscripción a cursos o clases adicionales que les permitan resolver debilidades académicas, así como propiciar el entendimiento de la educación como un camino para lograr una mejor vida. Otro elemento importante es que las niñas y las mujeres participen en proyectos de STEM fuera del horario de clase; esto permite que ellas asuman riesgos, lo que incrementa su autoeficacia e interés por la STEM.

Otro de los elementos esperanzadores es que tres cuartas partes de las mujeres estudiantes de ambos niveles educativos estaban convencidas de lo que estaban estudiando, mismas que presentaron la puntuación más alta en 4. Las afinidades personales con STEM, lo que implica que estaban hasta ese momento satisfechas con su elección, lo que significa que la orientación vocacional les llegó a tiempo a estas jóvenes. De acuerdo con Makarova, Aeschlimann y Herzog (2016), es prioritario que se transforme la imagen de las carreras de STEM

para hacerlas aún más atractivas para las mujeres jóvenes; en este sentido, resulta positivo trabajar con imágenes que no fortalezcan los perfiles profesionales de STEM como masculinos.

Como ya se mencionó antes, la disminución de la brecha de género en la ciencia pasa por una transformación cultural que difumine las funciones de género, capaz de proporcionar a las niñas, atmósferas en donde ellas aborden libremente temas científicos. Además, los hombres padres, profesores y estudiantes necesitan compartir la idea de que las mujeres pueden ser igualmente exitosas en la STEM, y de que merecen tener diversas oportunidades en la STEM. Las instituciones de educación superior necesitan desarrollar programas de soporte orientados hacia ellas, considerando que las mujeres cumplen con una serie de funciones sociales como el cuidado de la familia y la maternidad (Xu, 2016).

Por lo que respecta al factor 3. La escuela y el desarrollo de los campos de STEM, fueron las estudiantes de educación superior convencidas de lo que están estudiando, las que presentaron la mayor puntuación, lo que indica que el convencimiento sobre lo que se estudia influye en la valoración positiva que se construye sobre la escuela, por razones que es necesario clarificar en futuros estudios.

Por otra parte, en relación con las recomendaciones de las encuestas hacia la escuela para incrementar el apoyo hacia las estudiantes universitarias de STEM, emergieron tres categorías: 1. Talleres, cursos y asignaturas; 2. Inclusión de las mujeres en STEM; y 3. Profesores. Mientras que en el caso de las estudiantes de bachillerato emergieron sólo dos categorías: 1. Talleres, cursos y asignaturas; y 2. Inclusión de las mujeres en STEM. Cabe resaltar que, en el caso de las estudiantes de bachillerato, se observó una gran proporción de la narrativa conformada por comentarios positivos relacionados con las caravanas de Mexicanas del Futuro, y mencionaron con alta frecuencia que los talleres que les fueron impartidos en ese evento les resultaron de gran utilidad, sin embargo, reconocieron que con esos talleres sólo se llega a un sector pequeño de la población femenina.

Russell (2017) señala que las escuelas necesitan desarrollar cursos introductorios de las ciencias y las matemáticas que se impartan en comunidades pequeñas de aprendizaje, y que además sean tomadas en cuenta las evaluaciones de estas actividades complementarias; asimismo, la implementación de la tutoría formal e informal. Al respecto, Elliott, Mavriplis y Anis (2020) señalan que el desarrollo de programas de educación sobre emprendimiento y la tutoría entre pares con perspectiva de género, exclusivos para mujeres, apoyan su inclusión, al proporcionar aprendizaje experiencial e instrucción pertinentes; lo que puede incrementar además la percepción de autoeficacia, aunado a una mayor conciencia de los problemas de género.

Los resultados aquí obtenidos soportan lo expuesto por la UNESCO (2019), que señala que las escuelas pueden llevar a cabo intervenciones para desarrollar el interés, el compromiso y las aspiraciones profesionales de las niñas por la STEM. Se sugiere: 1. In-

crementar la contratación de mujeres docentes en matemáticas; 2. Incrementar los apoyos para el desarrollo profesional de los docentes; 3. El desarrollo de clases más atractivas; 4. La actualización continua de los planes de estudio; 5. La renovación de las prácticas de enseñanza; 6. La mediación en la construcción de una identidad científica en las niñas y las mujeres; 7. Mejorar el equipamiento de laboratorios; 8. Propiciar mayor contacto de las niñas con las tecnologías de la comunicación y de la información; 9. Producción de vídeos con historias de éxito de mujeres; 10. Difundir modelos femeninos que desafían estereotipos negativos; 11. Construcción de la confianza en las capacidades de las niñas; 12. Entrenamiento en habilidades científicas y tecnológicas específicas; 13. Erradicación de sesgos de género; 14. Promoción de pasantías en el sector laboral; 15. Implementación de mentorías; 16. Ampliación del acceso a becas por escolaridad y de investigación; y 17. Concientización sobre la presencia femenina y su rendimiento en STEM.

Por último, en relación con el factor 2. Campo laboral de STEM, se vislumbran áreas de oportunidad para impulsar la inclusión de las mujeres en STEM, como dar a conocer los empleos y, en particular los salarios, que las mujeres están devengando en STEM. Pues, las mujeres que imaginaron que son bajos los salarios de las mujeres en STEM fueron las que mayormente expresaron que campo laboral de STEM favorece a los hombres. Asimismo, de acuerdo con Makarova, Aeschlimann y Herzog (2016), es necesario conocer las trayectorias de mujeres exitosas en STEM, además de indagar sobre el mercado de trabajo para conocerlo y conseguir claridad sobre las oportunidades de empleo, sin dejar de lado el desarrollo de políticas que alienten el ingreso y la permanencia de las mujeres en STEM.

Conclusiones

El IPN es uno de los pilares en México en la formación académica en STEM. De acuerdo con las cifras del ciclo escolar de 2018 (IPN, s.f.), en sus aulas se encontraban inscritas 12, 202 mujeres en el nivel medio superior y 19, 129 en educación superior, las cuales representaron el 28.7 % de la población en STEM. En este trabajo, se concluye que las mujeres en STEM del Politécnico aquí encuestadas presentaron alta puntuación en 4. Las afinidades personales con STEM, lo que da cuenta de fortalezas, como el aprendizaje autónomo, logros alcanzados en matemáticas durante su trayectoria académica, el gusto por la carrera que están cursando, entre otros. Sin embargo, son necesarias iniciativas para que las jóvenes que provienen de los grupos menos favorecidos puedan contar con programas de mentoría, de esa manera ellas tendrían contacto con mujeres académicas, o con aquellas que estén laborando en la industria, para conocer el campo laboral desde la perspectiva de la mujer y, así, impulsar su permanencia en la STEM.

Con respecto a la institución, es necesario que ésta considere el desarrollo de cursos de STEM más avanzados dirigidos a mujeres, así como continuar con la organización de ferias, talleres, seminarios, programas de recuperación y eventos académicos en donde se incluyan también a las niñas. Además de ampliar el contacto de las estudiantes con mujeres investigadoras.

Las acciones de inclusión de la institución que las estudiantes han considerado importantes se relacionan con: 1. La oferta de becas; 2. La ampliación de la matrícula; 3. Que la información vocacional sobre las carreras de STEM llegue a más mujeres; 4. La construcción de un ambiente escolar y laboral de igualdad; 5. Programas de vinculación para ellas; 6. El mejoramiento de la enseñanza de las matemáticas, 7. Mayor inclusión de mujeres en trabajos de investigación; y 8. Ferias, talleres y cursos especializados. Por último, las estudiantes consideraron que la institución necesita poner énfasis en los profesores, para que de esa manera ellos dejen de lado la idea de que las carreras de ingeniería son para los hombres; por otra parte, se necesita incrementar el número de profesoras en STEM. También consideraron necesarias las redes de egresadas para que se conozca con mayor profundidad el mercado de trabajo, así como incorporar un sistema de captación de talento que permita canalizar las capacidades académicas de las jóvenes.

Se declara que la obra que se presenta es original, no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación, así también que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

• Referencias

- Álvarez, N. T., González, V. P. y Castillo, J. A. (2019). Mujeres y carreras de ingeniería en la Universidad Autónoma de Nuevo León, en México: una mirada desde las vivencias de las estudiantes. *Formación Universitaria*, 12(4), 85-94. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000400085>
- Appianing, J. y Van Eck, R. N. (2018). Development and validation of the Value-Expectancy STEM Assessment Scale for students in higher education. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0121-8>
- Barabino, G., Frize, M., Ibrahim, F., Kaldoudi, E., Lhotska, L., Marcu, L., Stoeva, M., Tsapaki, V. y Bezak, E. (2020). Solutions to gender balance in STEM fields through support, training, education and mentoring: Report of the International Women in Medical Physics and Biomedical Engineering Task Group. *Science and Engineering Ethics*, 26(1), 275-292. <https://doi.org/10.1007/s11948-019-00097-0>
- Brizendine, L. (2018). *El cerebro femenino. Comprender a la mente de la mujer a través de la ciencia*. Barcelona, España: RBA.
- Castañeda, M. (2019). *El machismo invisible*. Ciudad de México: Debolsillo.
- Elliott, C., Mavriplis, C. y Anis, H. (2020). An entrepreneurship education and peer mentoring program for women in STEM: Mentors' experiences and perceptions of entrepreneurial self-efficacy and intent. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 16(1), 43-67. <https://doi.org/10.1007/s11365-019-00624-2>

- García, E. (2003). Neuropsicología y género. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 23(86), 7-18.
- Haier, R. J., Jung, R. E., Yeo, R. A., Head, K. y Alkire, M. T. (2005). The neuroanatomy of general intelligence: sex matters. *NeuroImage*, 25(1), 320-327. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.11.019>
- Hendel, L. (2017). *Violencias de género, las mentiras del patriarcado*. Ciudad de Argentina: Paidós.
- Hernández, C. A. (2021). Decodificando a los STEM en el IPN: X-Y y la brecha entre ellos. *Innovación Educativa*, 21(85), 121-142.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (s.f.a). *Características educativas de la población* [Tabulado]. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/educacion/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (s.f.b). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE)*, población de 15 años o más de edad [Tabulado]. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/default.html#Tabulados>
- Instituto Politécnico Nacional (s.f.). *Estadística Institucional del IPN, 2020*. [Informe institucional]. Recuperado de <https://www.ipn.mx>
- Joel, D. y Vikhanski, L. (2020). *Mosaico de género. Más allá del mito del cerebro masculino y femenino*. Barcelona, España: Kairós.
- Kang, J., Keinonen, T. y Salonen, A. (2021). Role of interest and self-concept in predicting science aspirations: gender study. *Research in Science Education*, 51(1), 513-535.
- Kuchynka, S. L., Eaton, A. y Rivera, L. M. (2022). Understanding and addressing gender-based inequities in STEM: Research synthesis and recommendations for US K-12 education. *Social Issues and Policy Review*. Publicación anticipada en línea. <https://doi.org/10.1111/sipr.12087>
- Kuschel, K., Ettl, K., Díaz, C. y Alsos, G. A. (2020). Stemming the gender gap in STEM entrepreneurship – insights into women’s entrepreneurship in science, technology, engineering and mathematics. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 16(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s11365-020-00642-5>
- Leyva, L. A. (2017). Unpacking the male superiority myth and masculinization of mathematics at the intersections: A review of research on gender in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 48(4), 397-433. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.48.4.0397>
- Makarova, E., Aeschlimann, B. y Herzog, W. (2016). Why is the pipeline leaking? Experiences of young women in STEM vocational education and training and their adjustment strategies. *Empirical Research in Vocational Education and Training volume, 8*, Artículo 2. <https://doi.org/10.1186/s40461-016-0027-y>
- Master, A. y Meltzoff, A. N. (2016). Building bridges between psychological science and education: Cultural stereotypes, STEM, and equity. *Prospects*, 46(2), 215-234. <https://doi.org/10.1007/s11125-017-9391-z>
- Mayeza, E., Bhana, D. y Mulqueeny, D. (2022). Normalizing violence? Girls and sexuality in a South African high school. *Journal of Gender Studies*, 31(2), 165-177. <https://doi.org/10.1080/09589236.2021.1881460>
- Mim, S. A. (2022). Masculinity of science: unveiling gendered challenges of female science teachers in Bangladesh. *Gender and Education*, 34(1), 80-95. <https://doi.org/10.1080/09540253.2020.1866170>
- Nava, J. M. (2020). Mujeres que estudian ingenierías: narrativas y experiencias de un grupo de jóvenes en México. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 11(1), 1-23.
- Observatorio Laboral (s.f.). *Tendencias del empleo profesional, cuarto trimestre de 2019* [Página digital en línea]. Recuperado de <https://www.observatoriolaboral.gob.mx/>
- Olitisky, N. H. (2014). How do academic achievement and gender affect the earnings of STEM majors? A propensity score matching approach. *Research in Higher Education*, 55(3), 245-271. <https://doi.org/10.1007/s11162-013-9310-y>

- Oliveros, M. A., Cabrera, E., Valdez, B. y Schorr, M. (2016). La motivación de las mujeres por las carreras de ingeniería y tecnología. *Entreciencias*, 4(9), 89-96.
- Organization for Economic Co-operation and Development (2019). *Higher education in Mexico. Labour market relevance and outcomes*. París, Francia: Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://doi.org/10.1787/9789264309432-en>
- Robnett, R. D. y Thoman, S. E. (2017). STEM success expectancies and achievement among women in STEM majors. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 52, 91-100. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2017.07.003>
- Russell, L. (2017). Can learning communities boost success of women and minorities in STEM? Evidence from the Massachusetts Institute of Technology. *Economics of Education Review*, 61, 98-111.
- Sax, L. J., Kanny, M. A., Riggers-Piehl, T. A., Whang, H. y Paulson, L. N. (2015). "But I'm not good at math": The changing salience of mathematical self-concept in shaping women's and men's STEM aspirations. *Research in Higher Education*, 56(8), 813-842. <https://doi.org/10.1007/s11162-015-9375-x>
- Shaffer, E. S., Marx, D. M. y Prislín, R. (2013). Mind the gap: Framing of women's success and representation in STEM affects women's math performance under threat. *Sex Roles*, 68(7-8), 454-463. <https://doi.org/10.1007/s11199-012-0252-1>
- Schlenker, E. (2015). The labour supply of women in STEM. *IZA Journal of European Labor Studies*, 4, Artículo 12. <https://doi.org/10.1186/s40174-015-0034-1>
- Schuster, C. y Martiny, S. E. (2017). Not feeling good in STEM: Effects of stereotype activation and anticipated affect on women's career aspirations. *Sex Roles*, 76(1-2), 40-55. <https://doi.org/10.1007/s11199-016-0665-3>
- Sinnes, A. T. y Løken, M. (2014). Gendered education in a gendered world: Looking beyond cosmetic solutions to the gender gap in science. *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), 343-364. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9433-z>
- Skolnik, J. (2015). Why are girls and women underrepresented in STEM, and What can be done about it? *Science & Education*, 24(9-10), 1301-1306. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9774-6>
- Szelényi, K., Denson, N. e Inkelas, K. K. (2013). Women in STEM majors and professional outcome expectations: The role of living-learning programs and other college environments. *Research in Higher Education*, 54(8), 851-873. <https://doi.org/10.1007/s11162-013-9299-2>
- Talley, K. G. y Martínez, A. (2017). Women's interest development and motivations to persist as college students in STEM: A mixed methods analysis of views and voices from a Hispanic-Serving Institution. *International Journal of STEM Education*, 4, Artículo 5. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0059-2>
- United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (2019). *Descifrar el código: La educación de las niñas y mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. París, Francia: United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization.
- Wang, M. T. y Degol, J. L. (2017). Gender gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current knowledge, implications for practice, policy, and future directions. *Educational Psychology Review*, 29(1), 119-140. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9355-x>
- Xu, Y. J. (2016). Aspirations and application for graduate education: Gender differences in low-participation STEM disciplines. *Research in Higher Education*, 57(8), 913-942. <https://doi.org/10.1007/s11162-016-9411-5>

[INNOVUS]

Diagnóstico cognitivo del conocimiento matemático en estudiantes de Ingeniería

Guadalupe Elizabeth Morales Martínez
Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación
Universidad Nacional Autónoma de México
Ricardo Jesús Villarreal Lozano
Janeth Izaguirre Lerma
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Universidad Autónoma de Nuevo León
María Guadalupe Santos Alcántara
Facultad de Psicología Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

Este estudio describe la aplicación de la Evaluación Cognitiva Constructiva como una alternativa para medir la estructura y organización del esquema inicial de conocimiento de Matemáticas IV en estudiantes de ingeniería con alto y bajo rendimiento académico. Para ello, los participantes realizaron una tarea de definición basada en la técnica Redes Semánticas Naturales, la cual consistió en definir diez conceptos objetivos relacionados con el esquema evaluado, utilizando como definidores verbos, sustantivos y adjetivos relacionados estrictamente al curso de Matemáticas IV. Posteriormente, ellos calificaron estos definidores con una escala del uno al diez. Entre mayor era la calificación mayor era el grado de relación percibida entre el definidor y el concepto objetivo. Los hallazgos revelaron algunas diferencias cualitativas en el procesamiento de la información matemática entre estudiantes de alto y bajo rendimiento académico. La selección, organización y estructura de los nodos de conocimiento matemático en la memoria de los estudiantes con puntajes más altos parece tener un estándar académico más adecuado que el de los estudiantes con puntajes más bajos. Este tipo de información en el diagnóstico cognitivo del aprendizaje académico de las matemáticas podría permitir seleccionar estrategias didácticas más adecuadas al perfil cognitivo del alumno.

Cognitive diagnosis of mathematical knowledge in engineering students

Abstract

This study describes the application of Constructive Cognitive Assessment as an alternative to measuring the structure and organization of the initial knowledge scheme of Mathematics IV in

Palabras clave

Evaluación cognitiva, aprendizaje, Matemáticas, estudiantes de Ingeniería, Redes Semánticas Naturales, C3-LEM.

Keywords

Cognitive assessment, learning, mathematics, engineering students, natural semantic networks, C3-LEM.

Recibido: 22/05/2021

Aceptado: 08/02/2022

engineering students with high and low academic performance. To do this, the participants performed a definition task based on the Natural Semantic Networks technique, which consisted of defining ten target concepts related to the evaluated scheme, using verbs, nouns, and adjectives as definers strictly related to the Mathematics IV course. They then rated these definers on a scale of one to ten. The higher the rating, the greater the perceived relationship between the definer and the target concept. The findings revealed some qualitative differences in mathematical information processing between students with high and low academic performance. The selection, organization, and structure of mathematical knowledge nodes in the memory of higher-scoring students appear to be of a higher academic standard than that of lower-scoring students. This type of information in the cognitive diagnosis of academic learning of mathematics could allow selecting teaching strategies more appropriate to the student's cognitive profile.

Introducción

Evaluar el aprendizaje en las aulas del siglo XXI es una tarea compleja. El nuevo contexto educativo requiere medir no sólo el conocimiento de lo que los estudiantes han aprendido en su formación académica, sino que requiere también medir sus habilidades de gestión del conocimiento. Las destrezas en la selección, organización, almacenamiento, acomodo y uso de la información, así como la habilidad para generar nuevo conocimiento, son centrales para el desarrollo académico del estudiante actual. Entonces, cada uno de estos aspectos demandan la inclusión y medición de nuevos factores dentro de la evaluación del aprendizaje. A este respecto, Arieli-Attali (2013) señaló que existe una necesidad de crear instrumentos que midan estas nuevas habilidades de aprendizaje (p. ej. la representación, la gestión y la creación de conocimiento) exigidas por una sociedad cuya economía se basa en la gestión de la información.

En respuesta a esta necesidad de generar nuevos medios de evaluación que contemplen la medición de habilidades de gestión del conocimiento y que estén acordes al nuevo contexto educativo, la Psicología Cognitiva en combinación con las nuevas tecnologías ofrece herramientas que permiten explorar la mente y las habilidades cognitivas de los estudiantes para elaborar o apropiarse del conocimiento académico (Morales, Ángeles, *et al.*, 2020). En relación con esto, desde hace varias décadas se han propuesto diversas formas de vincular los avances en la Psicología Cognitiva y las medidas psicométricas para medir el proceso de aprendizaje (p. ej. Kyllonen y Christal, 1988; Embretson, 1999; Mislevy *et al.*, 2003). De forma más reciente, López propuso una forma innovadora de evaluar el aprendizaje a través del uso combinado de técnicas de representación mental, simulaciones computacionales y técnicas de cronometría

mental (véase López *et al.*, 2014). Este sistema fue más tarde llamado el Modelo de Evaluación Cognitiva Constructiva Cronométrica del Aprendizaje o C3-LEM, por sus siglas en inglés (The Chronometric Constructive Cognitive Learning Evaluation Model) (Morales y López, 2016; Morales, 2020; Morales *et al.*, 2017; Morales *et al.*, 2015).

El C3-LEM está basado en la aplicación de los principios y las leyes del procesamiento humano de la información proveniente de la Psicología Cognitiva. Desde esta perspectiva, el estudiante es un creador de estructuras cognitivas de conocimiento, las cuales tienen propiedades de organización, de configuración, de dinámica y temporalidad que pueden ser medidas a través de los medios propuestos en este modelo cognitivo de evaluación del aprendizaje. Por ejemplo, las Redes Semánticas Naturales (RSN) y las simulaciones computacionales permiten observar el nivel de flexibilidad de las estructuras cognitivas de conocimiento. A este respecto se sabe que dichas estructuras pueden ser estables o flexibles, dependiendo del tipo de estructura esquemática y del nivel de consolidación cognitiva que el estudiante alcanzó durante su formación (Morales, Trejo *et al.*, 2021). Morales, García *et al.* (2021), utilizando estas técnicas de Evaluación Cognitiva Constructiva, mostraron que los estudiantes que inician el aprendizaje de un tema poseen estructuras de conocimiento preparatorias al curso llamadas pre-esquemas. También señalaron que la flexibilidad de estas estructuras cognitivas para modificarse depende en cierta medida del nivel de desarrollo académico con el que están construidas. Por ejemplo, estudiantes que son principiantes tienden a modificar constantemente sus estructuras con la asimilación de nueva información mientras que los estudiantes más avanzados parecen inclinarse menos hacia este proceso de reconfiguración.

Del mismo modo, el C3-LEM permite evaluar el grado de consolidación cognitiva de un esquema a través del tiempo que los estudiantes tardan en acceder y reconocer a la información del esquema aprendido. A esta forma de medir el aprendizaje se le denomina Evaluación Cognitiva Cronométrica y, generalmente, comprende la aplicación de estudios de cronometría mental utilizando el paradigma de la facilitación semántica. Los resultados de este tipo de estudios señalan que el tiempo que el estudiante requiere para reconocer palabras esquemáticas es diferente entre el inicio y el final del curso. Lo anterior es un indicador de que la información aprendida está integrada y consolidada en las estructuras de memoria del estudiante (Morales, Lopez *et al.*, 2020). A este fenómeno relacionado con los cambios en el tiempo de reconocimiento de las palabras esquemáticas se le conoce como «facilitación esquemática» (López, 1996; López y Theios, 1992). Finalmente, el C3-LEM también propone que los patrones temporales de reconocimiento de palabras pueden ser probados a través de una red neurocomputacional, entonces esta red neural puede discriminar entre los estudiantes que sí integraron conocimiento en su memoria a largo plazo de aquellos que no lo integraron al final del curso (Morales y López, 2016).

En general, el C3-LEM mide cinco dimensiones cognitivas del aprendizaje académico: contenido, organización, estructura, dinámica y temporalidad del esquema (Morales y López, 2016). Aquí es de especial interés la exploración de las tres primeras propiedades cognitivas ya que de acuerdo con Morales, Trejo *et al.*, (2021) son estas dimensiones las que están directamente involucradas en la construcción del conocimiento. La primera se refiere a medir lo que los estudiantes aprendieron o saben (contenido del esquema) mientras que la segunda y la tercera propiedad cognitiva a medir la forma en cómo los estudiantes relacionan y configuran una estructura de conocimiento (organización y estructura del esquema).

Evaluar estas propiedades de los esquemas cognitivos y sus cambios debidos al aprendizaje desde el C3-LEM involucra el uso de técnicas de representación mental y simulaciones computacionales. De forma típica en este tipo de evaluación se utiliza la técnica de Redes Semánticas Naturales o RSN propuesta por Figueroa *et al.* (1976) y modificada por López y Theios (1992) para explorar el contenido, la organización y la estructura de las redes de conocimiento que el estudiante forma a través de un curso. De acuerdo con Morales, Ángeles *et al.* (2020), Morales, López *et al.* (2020) y Morales, Trejo *et al.* (2021) aplicar un estudio de RSN para evaluar la construcción del conocimiento involucra definir una serie de conceptos centrales (objetivos) al curso que se está evaluando. En este caso los conceptos objetivo representan los nodos centrales del esquema de conocimiento aprendido en un ambiente académico. Para definir estos conceptos los estudiantes deben utilizar verbos, sustantivos, adjetivos y pronombres, y después calificar cada uno de estos conceptos definidores, considerando su grado de calidad como definidor del objetivo.

Relacionado con lo anterior, se puede inferir que las RSN difieren de otras herramientas de representación mental en que éstas obtienen la representación mental de manera natural, es decir, la red semántica se obtiene directamente de los participantes en lugar de ser construida de forma artificial o idiosincrática por el investigador (p. ej. Itoyama *et al.*, 2007). Entonces, al incrementar el grado de validez ecológica se puede realizar el análisis de significado más cercano a la visión del participante.

Las RSN desde el modelo C3-LEM han sido utilizadas para explorar la construcción del conocimiento en estudiantes de diferentes niveles educativos (primaria, secundaria, preparatoria, licenciatura) a través de diferentes dominios del conocimiento (p. ej., Psicología, Usabilidad Computacional, Biología, Desarrollo Moral) (Morales, 2020). Los hallazgos de estas investigaciones revelan que la memoria del estudiante experimenta cambios en los esquemas de conocimiento debido al proceso de aprendizaje. Dichos cambios se ven reflejados en la reorganización y reconfiguración de las estructuras de conocimiento hacia el final del ciclo escolar, aun si los

estudiantes no consolidan la información en sus memorias (p. ej. véase González *et al.*, 2013; González *et al.*, 2018a, 2018b; Morales, Trejo *et al.*, 2021).

De igual forma, las RSN han permitido observar las características de los pre-esquemas de conocimiento que los estudiantes poseen sobre la materia que van a cursar (Morales, Trejo *et al.*, 2021). A este respecto, Urdiales *et al.* (2018) reportaron que estudiantes de educación media superior, inscritos en la materia de Biología, ingresaban al curso con estructuras de conocimiento sobre el dominio de la Biología, aunque la estructura de estos conocimientos no estaba completamente integrada. Este tipo de comportamiento esquemático se observa de forma común en estudiantes que inician por primera vez en el aprendizaje de un tema (también véase Morales, López *et al.*, 2020).

El fenómeno de fragmentación esquemática también puede ocurrir cuando en la instrucción no existe el establecimiento de forma explícita de las conexiones existentes dentro y entre los temas del curso (Morales, Ángeles *et al.*, 2020). Asimismo, la fractura del esquema se ha observado entre los estudiantes con bajo rendimiento académico. A este respecto, Morales, Ángeles *et al.* (2020) reportaron en un estudio diagnóstico sobre el conocimiento de anatomía que estudiantes de medicina que no aprobaron esta materia tenían problemas en relacionar diferentes conceptos o los relacionaban de forma incorrecta, también observaron dificultades en la estructura de conocimiento que lograban formar al final del curso. Resultados similares fueron reportados por Morales *et al.* (2018) en un curso de usabilidad computacional en donde los estudiantes mostraron dificultades en la integración del esquema. Sin embargo, la relación entre la organización y estructuración de los conceptos dentro de un esquema de conocimiento ha sido poco explorada en relación al desempeño académico de los estudiantes.

Debido a lo anterior, el interés del presente trabajo fue aportar evidencia empírica sobre el desarrollo de estructuras de conocimiento y su comportamiento bajo diferentes niveles de desempeño académico. De forma específica, se exploró este interés en el campo de las matemáticas en ingeniería ya que es un dominio de conocimiento que no ha sido explorado con el modelo de evaluación del aprendizaje C3-LEM, por lo que la evidencia recabada en este trabajo es una aportación más sobre la utilidad de este modelo de evaluación y sus alcances en un dominio esencial del aprendizaje científico de las ingenierías (Kochneva y Romanova, 2019).

Método

Diseño del estudio

Para evaluar el estado cognitivo de aprendizaje inicial entre estudiantes de ingeniería con alto y bajo rendimiento en la materia de Matemáticas IV se diseñó un estudio basado en el C3-LEM de

López y Morales (2019). Específicamente, se utilizó la evaluación cognitiva constructiva a través de la técnica de RSN propuesta por Figueroa *et al.* (1976) y modificada por López y Theios (1992) y López (1996) para explorar las propiedades de contenido, organización y estructura del esquema de conocimiento inicial de los estudiantes sobre esta materia.

Para controlar la influencia de variables extrañas como las diferencias del aprendizaje producidas por diferentes contenidos, diferentes estilos de enseñanza, los estudiantes de ambos grupos provenían del mismo contexto escolar. Ellos habían cursado y aprobado las materias previas de matemáticas I, II, y III con el mismo maestro, revisando los mismos contenidos, con la misma cantidad de horas asignadas a la revisión de los materiales en el salón de clases. Además, todos los estudiantes cursaron en el mismo periodo de tiempo estas materias, lo que significa que la ventana de tiempo de estudio formal en los cursos y el lapso entre la conclusión de éstos y la medición del presente estudio es la misma para todos y, por lo tanto, el tiempo de consolidación de la memoria es el mismo para todos los participantes.

Instrumentos y materiales

Para diseñar el estudio de RSN sobre Matemáticas IV se seleccionaron los diez conceptos objetivo más relevantes del esquema de conocimiento de esta materia (*trigonométrica-Fourier, análisis-ondas periódicas, compleja-Fourier, función-Dirac, transformada-Laplace, inversa-Laplace, diferenciales-Laplace, derivada, integración, ecuaciones diferenciales*). Estos conceptos fueron proporcionados por el maestro que impartió la materia, considerando el contenido del programa académico del curso de Matemáticas IV. Para ello se utilizó el Protocolo para la Recolección de Conceptos Objetivo y Definidores Centrales y Diferidos (PRECODECD) (Morales, 2015) que es una guía que permite al investigador ayudar al docente a identificar los conceptos centrales a la materia evaluada ya que es él o la docente quien determina los contenidos exactos que serán aprendidos para formar el esquema de conocimiento evaluado. Además, este protocolo sugiere considerar el ambiente en el que los estudiantes construyen su conocimiento matemático (p. ej. contenidos, estrategias de enseñanza). Esto se halla acorde con el principio de Condiciones de Suficiencia de la Psicología Cognitiva que propone considerar el contexto real en el que se dan los procesos cognitivos para incrementar la validez ecológica al explorar la mente en el medio natural.

Además, se utilizó el *software* EVCOG para diseñar el estudio, presentar los objetivos y capturar y analizar los datos. Este *software* fue creado para llevar a cabo estudios basados en el C3-LEM (Morales y López, 2018a, b, c, d). En general el EVCOG permite construir y presentar instrumentos de RSN de manera computarizada, controlando el tiempo de presentación de estímulos y

también puede registrar y almacenar las respuestas de los participantes en una base de datos que después puede ser analizada con el mismo *software*, extrayendo los indicadores convencionales de las RSN, además de los propuestos por López y Theios (1992) y López (1996) (p.ej. Tiempos de Inter-Respuesta o TIR) descritos en la sección de análisis de datos.

Participantes

En este trabajo participaron de manera voluntaria 68 estudiantes (19 mujeres y 49 hombres). El rango de edad de la muestra fue de 18 a 24 años, con una media de 19.04 y una desviación estándar de 1.07. Los estudiantes cursaban el cuarto semestre de la carrera de Ingeniería. 34 estudiantes eran de alto rendimiento con clasificación de 100 en la materia de Matemáticas y 34 estudiantes eran de bajo rendimiento con calificaciones de 70 a 75 puntos de un promedio de 100. La calificación aprobatoria de esta materia era de 70 puntos sobre 100.

Procedimiento

El desarrollo del estudio comprendió tres etapas, la primera llamada convocatoria consistió en hacer llegar a través de Facebook una invitación a los posibles participantes. Durante la segunda etapa se tramitó el consentimiento informado de los estudiantes que aceptaron participar voluntariamente en el estudio. Para ello se les proporcionó la información sobre la tarea a realizar, sus implicaciones, beneficios y derechos durante la participación. Los estudiantes que aceptaron ser parte del estudio pasaron a la tercera etapa para realizar la tarea asignada durante la primera semana del curso. Los participantes asistieron a una sesión grupal virtual en la cual se les dieron las instrucciones específicas para realizar la tarea de definición de conceptos objetivos relacionados a la materia de Matemáticas IV.

La tarea era definir diez conceptos objetivo utilizando verbos, sustantivos, adjetivos y pronombres como definidores. Cada objetivo debía definirse en 60 segundos y luego los participantes debían calificar los definidores usando una escala del 1 al 10. Las puntuaciones bajas significaron que el definidor definía o se relacionaba poco al concepto objetivo mientras que las puntuaciones altas indicaban que el definidor estaba bastante relacionado con el objetivo. Para llevar a cabo la tarea se consideraron las tres restricciones sugeridas por Morales, García *et al.* (2021), que incluyeron: a) requerir a los participantes la definición de los objetivos estrictamente en función del contenido del curso para descartar la asociación libre, b) respetar el tiempo preestablecido para definir cada concepto objetivo (60 segundos) y c) garantizar la presentación azarosa de los objetivos. El tiempo de aplicación osciló entre 10 y 15 minutos.

Análisis y resultados de los datos

Los datos fueron analizados desde dos enfoques. El primero contempló el análisis convencional de los datos de RSN que considera el cálculo de los indicadores propuestos por Figueroa *et al.* (1976) y modificados por López (1996) y López y Theios (1992), los cuales comprenden el cálculo del valor F o frecuencia de aparición de cada definidor a través de las RSN; el valor M o peso semántico que se refiere a la relevancia semántica del definidor, percibida por los participantes para definir el concepto objetivo; el valor J o riqueza semántica que es la cantidad de definidores diferentes en cada RSN; el valor G o densidad semántica que se refiere a la cercanía semántica entre los definidores de las RSN; el valor TIR o Tiempo Inter-Respuesta que es el tiempo de aparición de cada definidor dentro de las RSN, y el grupo SAM o grupo de los diez definidores con mayor valor M que definen a cada concepto objetivo.

El segundo análisis, de carácter cualitativo, comprendió una inspección visual para observar la forma en la que los conceptos fueron organizados por los participantes. Para ello primero se calculó la matriz SASO o matriz del Analizador Semántico de Organización de Esquemas de López (1996) y López y Theios (1992). Para construir la matriz se calculó la probabilidad de co-ocurrencia entre los conceptos de las RSN con el *software* EVCOG que sigue el procedimiento y fórmula expuesta por estos autores:

$$W_{ij} = -\ln\{[p(X=0 \& Y=1) p(X=1 \& Y=0)]^* [p(X=1 \& Y=1) p(X=0 \& Y=0)]^{-1}\} \quad [1]$$

El peso de asociación (W_{ij}) entre dos conceptos (X y Y) se computa obteniendo la probabilidad de co-ocurrencia entre los pares de conceptos. Primero se calcula la probabilidad de que X y Y no aparezcan de manera conjunta a través de la red $p(X=0 \& Y=1)$. Los demás elementos de la fórmula se obtienen de manera similar. Excepto por el cálculo de $p(X=1 \& Y=1)$ que involucra la modulación jerárquica del peso semántico en los grupos SAM. La matriz SASO sirvió para alimentar el *software* GEPHI (Bastian *et al.*, 2009) que posee una herramienta de visualización de las conexiones entre los nodos de información extraídos de las RSN.

Análisis de los datos de las RSN

El análisis de las RSN se centró en la observación y comparación del contenido de las RSN obtenidas de los estudiantes con alto y bajo rendimiento. De la misma manera, para cada grupo se calcularon los indicadores convencionales de las RSN que se muestran en las tablas 1 y 2. A este respecto, los resultados señalan que los estudiantes con alto rendimiento presentaron una media mayor ($M= 158$, $DE= 52$) de riqueza semántica (Valor J), compa-

rada con la obtenida por los estudiantes de bajo rendimiento (M=143, DE= 46). Sin embargo, esta diferencia no fue significativa (t= .69; p=.49).

•Tabla 1. Indicadores RSN para el grupo de alto rendimiento académico

Trigonométrica-fourier				Análisis-ondas periódicas				Compleja-fourier			
F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR
3	Coseno	134	26	2	Periodos	155	20	2	Series	108	22
2	Series	133	28	10	Funciones	133	30	7	Gráficas	106	29
10	Funciones	122	19	7	Gráficas	128	21	10	Funciones	77	34
3	Seno	117	22	3	Coseno	120	27	8	Ecuaciones	64	33
7	Gráficas	87	32	3	Seno	110	20	8	Integrales	61	28
2	Periodos	75	41	1	Frecuencia	85	28	9	Matemáticas	56	31
2	Trigonometría	61	25	1	Tiempo	78	30	3	Seno	49	38
8	Integrales	51	38	9	Matemáticas	71	32	3	Coseno	46	33
8	Ecuaciones	49	48	1	Ondas	58	28	6	Fórmulas	41	35
8	Cálculo	46	32	1	Repetición	53	55	2	Trigonometría	40	40
Valor J: 207		Valor G: 8.80		Valor J: 90		Valor G: 3.90		Valor J: 156		Valor G: 6.80	
Función-dirac				Transformada-laplace				Inversa-laplace			
F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR
9	Matemáticas	63	45	10	Funciones	154	31	10	Funciones	115	24
10	Funciones	63	22	9	Matemáticas	104	24	1	Transformada	77	30
8	Integrales	62	29	8	Ecuaciones	103	25	9	Matemáticas	65	38
6	Derivada	41	40	8	Integrales	100	28	8	Ecuaciones	59	41
8	Cálculo	33	52	7	Gráficas	54	42	5	Números	30	32
8	Ecuaciones	29	18	6	Derivada	48	43	8	Cálculo	30	34
5	Números	28	38	8	Cálculo	47	30	6	Fórmulas	29	42
1	Delta	25	45	6	Fórmulas	43	39	8	Integrales	27	51
1	Distribución	25	50	1	Integrar	41	20	7	Gráficas	26	51
4	Variables	24	39	5	Números	36	33	6	Derivadas	24	64
Valor J: 90		Valor G: 3.90		Valor J: 174		Valor G: 11.80		Valor J: 112		Valor G: 9.10	

Diferenciales-laplace				Derivada				Integración			
F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR
6	Derivada	96	20	10	Funciones	166	18	10	Funciones	153	31
8	Integrales	69	33	8	Cálculo	105	29	1	Área	99	32
10	Funciones	68	30	1	Diferencial	74	24	9	Matemáticas	96	33
9	Matemáticas	64	28	2	Limites	68	19	6	Derivada	85	29
8	Ecuaciones	53	29	9	Matemáticas	67	30	1	Antiderivada	68	15
6	Fórmulas	46	43	1	Pendiente	64	40	7	Gráficas	61	29
8	Cálculo	46	39	8	Ecuaciones	57	44	8	Integrales	57	34
7	Gráficas	38	33	6	Fórmulas	52	26	8	Cálculo	56	37
5	Números	36	59	1	Cambio	43	22	1	Integración	51	29
4	Variables	28	40	4	Variables	39	40	2	Límites	47	39
Valor J: 118		Valor G: 6.80		Valor J: 206		Valor G: 12.70		Valor J: 216		Valor G: 10.60	

Ecuaciones diferenciales			
F	Definidor	M	TIR
6	Derivada	183	19
9	Matemáticas	113	31
10	Funciones	105	26
8	Integrales	91	20
8	Ecuaciones	68	34
4	Variables	57	30
8	Cálculo	55	27
6	Fórmulas	46	31
5	Números	42	41
1	Métodos	41	30
Valor J: 212		Valor G: 7.20	

Nota: Valor J = Riqueza semántica, Valor G = Densidad semántica, Valor F = Frecuencia de ocurrencia, Valor M = Peso semántico, TIR = Tiempo Inter-Respuesta.

•Tabla 2. Indicadores RSN para el grupo de bajo rendimiento académico

Trigonométrica-fourier				Análisis-ondas periódicas				Compleja-fourier			
F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR
10	Funciones	117	25	7	Gráficas	120	13	3	Serie	78	20
7	Gráficas	111	26	1	Frecuencias	80	31	10	Funciones	69	27
1	Seno	92	21	2	Periodos	72	21	7	Gráficas	65	25

Trigonométrica-fourier				Análisis-ondas periódicas				Compleja-fourier			
F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR
3	Series	85	22	10	Funciones	61	25	10	Integrales	48	33
1	Coseno	76	27	1	Tiempo	61	22	2	Periodos	34	42
10	Integrales	60	29	1	Fourier	54	29	6	Matemáticas	31	27
1	Ángulos	60	37	10	Integrales	38	39	4	Variables	25	49
1	Triángulo	57	21	1	Ondas	37	22	6	Fórmulas	24	35
1	Senos	52	17	1	Amplitud	36	29	1	Difícil	22	11
1	Coseno	51	20	1	Longitud	32	40	2	Derivar	22	37
Valor J: 201		Valor G: 6.60		Valor J: 182		Valor G: 8.80		Valor J: 120		Valor G: 5.60	
Función-dirac				Transformada-laplace				Inversa-laplace			
F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR
7	Gráficas	46	28	10	Funciones	96	31	10	Funciones	90	26
10	Integrales	39	40	10	Integrales	74	25	2	Transformada	43	27
10	Funciones	35	17	5	Ecuaciones	52	31	5	Ecuaciones	35	59
1	Delta	27	38	6	Matemáticas	42	22	7	Gráficas	32	40
6	Matemáticas	26	16	6	Fórmulas	40	28	2	Diferencial	28	61
5	Ecuaciones	22	11	4	Derivada	34	38	6	Fórmulas	25	40
1	Álgebra	19	25	2	Diferencial	24	53	2	Trigonometría	25	40
2	Trigonometría	18	66	3	Series	23	16	1	Contrario	23	11
4	Variable	15	40	7	Gráficas	23	36	10	Integrales	21	44
3	Números	15	18	2	Integrar	23	32	1	Propiedades	17	62
Valor J: 68		Valor G: 3.10		Valor J: 106		Valor G: 7.30		Valor J: 107		Valor G: 9.90	
Diferenciales-laplace				Derivada				Integración			
F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR	F	Definidor	M	TIR
5	Ecuaciones	117	32	10	Funciones	182	23	10	Funciones	94	36
10	Integrales	87	28	4	Variables	90	37	1	Antiderivadas	83	22
10	Funciones	73	32	1	Límites	85	30	10	Integrales	73	18
4	Derivadas	59	29	6	Matemáticas	63	24	3	Cálculo	63	33
2	Transformada	36	43	6	Fórmulas	60	24	4	Derivada	62	23
7	Gráficas	29	35	10	Integrales	59	20	1	Área	54	28
3	Cálculo	23	34	3	Cálculo	42	36	1	Constantes	43	39
6	Matemáticas	22	26	3	Números	34	20	6	Fórmulas	41	36
6	Formulas	19	24	1	Cambio	34	41	1	Inversa	38	44
1	Laplace	18	19	1	Reglas	33	42	3	Números	37	35
Valor J: 107		Valor G: 9.90		Valor J: 184		Valor G: 14.90		Valor J: 176		Valor G: 5.70	

Ecuaciones diferenciales			
F	Definidor	M	TIR
4	Derivada	208	19
10	Funciones	110	30
10	Integrales	85	23
4	VARIABLES	65	31
2	Integrar	62	23
5	Ecuaciones	52	23
1	Métodos	39	25
2	Derivar	36	38
6	Matemáticas	32	21
1	Homogénea	30	33
Valor J: 177		Valor G: 8.00	

Nota: Valor J = Riqueza semántica, Valor G = Densidad semántica, Valor F = Frecuencia de ocurrencia, Valor M = Peso semántico, TIR = Tiempo Inter-Respuesta.

Por otra parte, el grado de dispersión (valor G) de las RSN fue similar entre ambos grupos ($t=.12$; $p=.89$), con una media de dispersión de 8.1 ($DE= 3$) para el grupo de alto rendimiento, mientras que para el grupo de bajo rendimiento académico la media fue de 7.9 ($DE= 3.2$). También se observaron diferencias en la representación del conocimiento entre los estudiantes con alto y bajo rendimiento académico (tablas 1 y 2). Los primeros mostraron una riqueza semántica más baja en el *análisis de ondas periódicas* y *la función de Dirac* mientras que en los segundos el valor J más bajo fue en la *Función de Dirac*. Para los estudiantes con calificación más alta los objetivos con la riqueza semántica más alta fueron *integración, ecuaciones diferenciales, trigonométrica de Fourier y derivada* en tanto que para los estudiantes con calificaciones bajas fueron *trigonométrica de Fourier, derivada y análisis de ondas periódicas*. Además, para el grupo de alto rendimiento, los conceptos con dispersión más baja fueron el *análisis de ondas periódicas y la función de Dirac* mientras que el de mayor dispersión fue *derivada*. Por otra parte, en el grupo de bajo rendimiento, el objetivo con dispersión más baja fue *función de Dirac* mientras que el de mayor dispersión fue *derivada*. Finalmente, para el grupo de alto rendimiento, los definidores con mayor frecuencia de aparición fueron *funciones y matemáticas* mientras que para el grupo de menor rendimiento los definidores de mayor frecuencia fueron *funciones e integrales*.

Análisis con GEPHI

Para observar de forma cualitativa las diferencias en la organización y estructura de las RSN se llevó a cabo un análisis visual utilizando el *software* de GEPHI (Bastian *et al.*, 2009). En general, los resultados señalan que ambos grupos cuentan con una estructura de conocimiento integrada en tres módulos conceptuales, sin embargo, difieren en el tipo de contenido y en la organización de éste, así como en la identificación de los nodos centrales en la red semántica.

El grupo de alto rendimiento agrupó los definidores en tres módulos: Cálculo, Conocimientos Básicos de Matemáticas e Integrales. El primer módulo (azul) contuvo el 53.33 % de los definidores de la red (*funciones, cálculo, integrales, ecuaciones, fórmulas, derivada, números, variables, transformada, distribución, integrar, pendiente, límites, diferencial, cambio*). La segunda agrupación (naranja) incluyó el 36.67 % de los definidores, la mayoría de ellos están asociados con conocimientos básicos de matemáticas (*matemáticas, gráficas, periodos, seno, coseno, trigonometría, series, tiempo, frecuencia, repetición, ondas*) (véase figura 1).

El último módulo (verde) agrupó el 10 % de los definidores de las RSN (*antiderivada, área e integración de partes*) y son conceptos generales que los estudiantes aprendieron en Matemáticas II, y que vuelven a revisar en las primeras unidades del curso de Matemáticas IV. Además, para los estudiantes de más alto rendimiento los nodos conceptuales con mayor número de conexiones fueron *funciones, cálculo, matemáticas, integrales, ecuaciones y gráficas*.

Por otra parte, el grupo de bajo rendimiento también organizó en tres módulos su conocimiento: Funciones periódicas, Cultura general de Matemáticas y Fórmulas. El primero (azul) concentró la mayor cantidad de definidores de las RSN (53.49 %) (*funciones, integrales, gráficas, series, derivada, números, trigonometría, diferencial, transformada, cálculo, longitud, tiempo, Fourier, amplitud, frecuencia, ondas, ángulos, seno, cosenos, triángulo, difícil*). El segundo clúster (naranja) integró el 25.58 % de los definidores (*matemáticas, ecuaciones, variables, delta, álgebra, propiedades, contrario, reglas, límites, cambio, métodos*). El tercer clúster incluyó el 20.93 % de los definidores (*fórmulas, periodos, Laplace, integrar, derivar, inversa, área, constantes, antiderivada*). Para este grupo de estudiantes los nodos de mayor centralidad fueron: *integrales, funciones, y fórmulas*.

Discusión

La evaluación del aprendizaje es un aspecto esencial que permite que el proceso de enseñanza se transforme en un organismo vivo que se retroalimenta y se corrige a sí mismo. Aunque no hay duda de la importancia de este proceso para mejorar las estrategias didácticas y las de aprendizaje, así como otros aspectos del proceso

educativo, aún existen debates acerca de cuál es la mejor forma de evaluar. Desde el particular punto de vista de los presentes autores, todas las herramientas de evaluación proveen información que puede ser valiosa si su aplicación fue cuidadosamente planeada para contribuir a un objetivo claro. Por ejemplo, en este trabajo se presentó una forma de aproximar la medición del aprendizaje a través de la Evaluación Cognitiva Constructiva con una perspectiva diagnóstica y como parte de un proceso de evaluación formativa.

Específicamente, aquí se evaluó el estado de conocimiento inicial de los estudiantes sobre el esquema de Matemáticas IV. A este respecto, Morales, Ángeles *et al.*, (2020) definen el estado de conocimiento como el conjunto de propiedades de contenido, organización y estructura de los esquemas de conocimiento con los que inician, evolucionan o finalizan los estudiantes a través de un curso académico. Entonces, una primera cuestión en este trabajo fue determinar si la memoria de los estudiantes contaba con la información matemática precurrente y necesaria para cursar Matemáticas IV. En relación a esto, se esperaba que los estudiantes contaran con un pre-esquema de Matemáticas IV previo, relativamente sofisticado, organizado y estructurado ya que ellos habían cursado y aprobado previamente tres cursos de Matemáticas que estaban secuenciados con el curso evaluado y sus contenidos incluían temas comunes a lo largo de la secuencia formativa, los cuales se profundizan durante la última materia de esta secuencia: Matemáticas IV.

Con respecto a lo anterior, los resultados indicaron que ambos grupos de estudiantes, de alto y bajo rendimiento, contaban con un pre-esquema del campo de conocimiento de las Matemáticas, estructurado en tres módulos (figura 1). Estos datos coinciden con lo reportado en otros estudios en donde se han observado estructuras preesquemáticas en las memorias de los estudiantes antes de iniciar el curso académico en el que están inscritos (véase González *et al.*, 2013; González *et al.*, 2018a, 2018b; Morales, Trejo *et al.*, 2021). Sin embargo, la calidad del pre-esquema de Matemáticas IV difirió entre los grupos de alto y bajo rendimiento, los primeros mostraron una selección y organización más acorde a un nivel intermedio avanzado de Matemáticas mientras que los segundos iniciaban el nivel intermedio todavía con algunos rasgos de principiantes en el tema. A este respecto, Morales, Trejo *et al.* (2021) mencionan que los estudiantes que han consolidado la información aprendida en su memoria pueden seleccionar nodos conceptuales considerados como los más relevantes a la materia y organizarlos y estructurarlos de forma clara y definida. Precisamente, esto fue lo que se observó entre los estudiantes de alto rendimiento en matemáticas que participaron en el presente estudio, en tanto que los estudiantes de bajo rendimiento presentaron un contenido más general dentro de su esquema y partes de éste mostraban una organización inadecuada de los conceptos.

Para ilustrar el hallazgo anterior se comparó el contenido de las tablas 1 y 2 y se contrastó visualmente la organización de la red semántica de matemáticas obtenida en ambos grupos participantes (figura 1). Existen diferencias en la cantidad y el nivel de especialización del contenido. Los estudiantes con bajo rendimiento presentaron una menor cantidad de definidores en sus RSN, en comparación con los de alto rendimiento. Estas diferencias fueron observadas a través de casi todos los objetivos, exceptuando el de *análisis-ondas periódicas*. Sin embargo, la diferencia en la riqueza semántica entre los dos grupos no fue estadísticamente significativa (tabla 1 y 2). La riqueza semántica indica que el estudiante posee conocimiento sobre un tema pero no necesariamente indica el nivel de desarrollo académico que el estudiante tiene en dicho tema. En este caso, los estudiantes que obtuvieron una baja nota en su calificación son estudiantes que integraron información de los cursos previos de Matemáticas, no obstante, el contenido de su red semántica y la organización esquemática no fue de la misma calidad y cualidad que las del grupo de alto rendimiento.

En consonancia con lo anterior, los resultados del estudio señalaron que los alumnos de alto rendimiento organizan mejor los conceptos mientras que los de bajo rendimiento muestran una organización más básica y recurren en mayor medida a esquemas de aprendizaje viejos, en algunas ocasiones remontando conceptos aprendidos en el nivel de educación media superior. Observaciones similares fueron hechas por Morales (2020) que señaló que entre los estudiantes que inician un curso se ha observado el uso de esquemas de conocimiento no relacionados con el tema evaluado como un mecanismo de facilitación para la adquisición de conocimiento. Es decir, estos pre-esquemas son utilizados como una estructura base para poder incorporar y dar coherencia a la información nueva que reciben los estudiantes en un curso.

Los estudiantes de bajo rendimiento en las RSN utilizaron conceptos asociados a metáforas y datos biográficos, lo que es interesante porque implica que los estudiantes procesaron como relevantes uno o más aspectos emocionales del discurso en los textos o en las clases. Por ejemplo, algunos estudiantes mencionaron definidores como *huérfano* o *Napoleón*, ambos definidores están asociados a la biografía de un matemático, sin embargo, la frecuencia de aparición y el valor M de estos conceptos no es tan elevado a través de las RSN, por lo que no aparecen en los grupos SAM. Un concepto de especial atención que apareció en el grupo SAM del concepto objetivo *Compleja de Fourier* fue el definidor *difícil*, de acuerdo con el docente los estudiantes utilizaron el término *difícil* para describir el concepto de compleja, es decir, utilizaron un esquema de cultura general sobre el concepto de la complejidad.

Con respecto a lo anterior, Morales, Ángeles *et al.*, (2020) observaron algo similar en estudiantes que recursaban la materia de Anatomía. Estos estudiantes presentaron dificultades en sus habili-

dades de procesamiento de la información de la materia evaluada. Por ejemplo, los estudiantes completaban sus esquemas utilizando información de otros esquemas no necesariamente relacionados de forma directa al esquema de anatomía. Y esto afectaba su proceso de selección de los nodos conceptuales y la organización de los mismos. Morales, Ángeles *et al.*, (2020) sugirieron que esto podía deberse al nivel de desarrollo académico que habían alcanzado los estudiantes ya que éste tenía algunas semejanzas al nivel académico de los principiantes que generalmente tienen problemas en la organización y estructuración del conocimiento que se revisará en clases (véase Urdiales *et al.*, 2018).

Sin embargo, una diferencia entre los hallazgos de Morales, Ángeles *et al.*, (2020) y los encontrados en el presente estudio es que mientras los estudiantes que recursaban la materia de Anatomía presentaban fracturas en la estructura de conocimiento de Anatomía los dos grupos de estudiantes que participaron en el presente estudio tienen una estructura de conocimiento integrada, por mejor decir, no se observan fracturas en el esquema inicial de conocimiento (figura 1). Esto puede suceder porque los estudiantes de Matemáticas IV no necesariamente son principiantes ya que en su programa de estudios ellos llevaban tres cursos previos de Matemáticas durante los cuales han revisado de una u otra forma conceptos de Matemáticas IV que están entrelazados a través de cada ciclo escolar, lo que les ha permitido ir formando un macro-esquema de los conceptos matemáticos que han revisado, es decir, ellos han construido una estructura cognitiva de conocimiento matemático más o menos definida a lo largo de un proceso de formación extenso.

Considerando lo anterior, es posible hipotetizar que hay una línea sutil que separa a los estudiantes que alcanzan notas aprobatorias bajas de aquellos que no aprueban las materias, esta línea está relacionada con el nivel de desarrollo de habilidades para formar estructuras cognitivas de conocimiento que muestren una conectividad implícita o explícita entre todos los elementos conceptuales aprendidos de un esquema de conocimiento académico. Por ello, sería interesante incluir diseños experimentales que puedan contrastar las habilidades de integración cognitiva del conocimiento de estudiantes de Matemáticas IV que no alcanzaron notas aprobatorias en un curso académico con el desempeño de estudiantes de bajo y alto rendimiento que obtuvieron notas aprobatorias.

Por otra parte, los resultados (figura 1) señalaron que aunque ambos grupos, bajo y alto rendimiento matemático, habían sido expuestos al mismo bagaje académico de matemáticas, los mismos materiales de estudio, el mismo estilo de enseñanza, el mismo lapso para cursar las materias de Matemáticas I, II y III, y el mismo lapso entre su último curso de matemáticas y su participación en la aplicación del presente estudio existen diferencias significativas en las habilidades de selección y organización conceptual entre los estudiantes de bajo rendimiento matemático y aquellos que obtuvieron

alto rendimiento. Los datos sugieren que los estilos o las estrategias de procesamiento de información utilizados por los estudiantes de alto rendimiento parecen ser más eficientes para construir sus esquemas matemáticos que las utilizadas por los estudiantes de bajo rendimiento. Sin embargo, no es posible especificar qué estrategias de procesamiento de información utilizó cada grupo de estudiantes, esto debido al alcance del estudio. Por lo que se sugiere que en el diseño de nuevos estudios se incorpore la medición de estas estrategias para poder determinar si las dificultades en el procesamiento de la información matemática de los estudiantes de bajo rendimiento se asocian al tipo de estrategias de procesamiento de información utilizadas o están más relacionadas a la calidad con la que ellos ejecutan cada estrategia de procesamiento de información.

En general, los resultados y las observaciones realizadas en el presente estudio señalan que la Evaluación Cognitiva Constructiva es útil en el diagnóstico del estado de conocimiento matemático inicial de los estudiantes ya que provee información valiosa sobre la selección del contenido, la comprensión (organización) e integración (estructura) del mismo en el esquema inicial de conocimiento matemático con el que ingresan los estudiantes al curso. Esta información puede ser utilizada por los docentes para establecer el nivel de desarrollo académico con el que los estudiantes ingresan a la materia de Matemáticas IV, así como identificar posibles nichos de desorganización del contenido y determinar si existe la necesidad de reestructurar partes del esquema o el esquema completo antes de iniciar el curso. En síntesis, esta información puede impactar en el diseño de la materia y en la toma de estrategias de enseñanza-aprendizaje que contribuyan a potenciar el desarrollo académico de los estudiantes.

Limitaciones del estudio

El presente estudio es un trabajo seminal en el campo del aprendizaje de la ciencia de las Matemáticas, sin embargo, sus alcances son limitados puesto que la muestra es muy pequeña, además, como se mencionó en la discusión, se requieren mayores controles en el estudio, como un perfil más completo de los estudiantes con respecto a sus estrategias y motivos para aprender. Por otra parte, este estudio fue llevado a cabo en el nivel diagnóstico, entonces sería interesante proyectar esta investigación a las siguientes fases de formación dentro de la materia de Matemáticas IV para ver la evolución del esquema a través del curso completo para el caso de ambos grupos.

Conclusiones

En suma, la presente investigación aportó evidencia sobre las diferencias en el contenido, la organización y la estructura cognitiva de conocimiento matemático en estudiantes de Ingeniería de alto y bajo rendimiento en la materia de Matemáticas. Los datos señalaron di-

ferencias cualitativas relevantes en la forma en cómo ambos grupos asimilan, relacionan y configuran los nodos de información matemática. Esto sugieren que existe una estilística cognitiva de procesamiento de información que está asociada al nivel de rendimiento académico de los estudiantes. Lo anterior señala la necesidad de abrir nuevas investigaciones para determinar si el bajo o el alto rendimiento están asociados a habilidades particulares de gestión cognitiva del conocimiento y de qué manera estas habilidades de incorporación conceptual y configuración esquemática inciden en el aprendizaje y desempeño de los estudiantes. La exploración de estos aspectos contribuirá a promover estrategias cognitivas de apropiación del conocimiento más acordes al perfil cognitivo de los estudiantes.

Finalmente, el presente estudio mostró que la Evaluación Cognitiva Constructiva del conocimiento desde la perspectiva del C3-LEM puede contribuir en la búsqueda de herramientas y medios de evaluación que provean información relacionada con la forma en cómo los estudiantes construyen y modifican sus estructuras de conocimiento. Además, debido a que la Psicología Cognitiva es un campo multidisciplinar, los avances científicos y tecnológicos de sus diferentes perspectivas enriquecerán el diseño de instrumentos como el presentado aquí, contribuyendo al desarrollo de medios de evaluación del aprendizaje cada vez más adaptados a las nuevas necesidades de formación en una sociedad basada en una economía de la información y en el creciente uso de la tecnología.

Se declara que la obra que se presenta es original, no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación, así también que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

• Referencias

- Arieli-Attali, M. (2013, 20-25 de octubre). *Formative assessment with cognition in mind: The cognitively based assessment of, for and as learning (CBALTM) research initiative at educational testing service*. Trabajo presentado en las Proceeding of the 39th annual conference on Educational Assessment 2.0: Technology in Educational Assessment, Tel Aviv, Israel.
- Bastian, M., Heymann, S. & Jacomy, M. (2009, 17-20 de mayo). *Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks*. Trabajo presentado en la Association for the Advancement of Artificial Intelligence, Third International ICWSM Conference, San José California, Estado Unidos de América.
- Embretson, S. E. (1999). Cognitive psychology applied to testing. En F. T. Durso (Ed.), *Handbook of applied cognition* (pp. 629-660). Sussex, Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd.
- Figueroa, J., González, E. & Solís, V. (1976). An approach to the problem of meaning: Semantic networks. *Journal of Psycholinguistic Research*, 5(2), 107-115. doi: 10.1007/BF01067252

- González, C., López, E. & Morales, G. (2013). Evaluating moral schemata learning. *International Journal of Advances in Psychology (IJAP)*, 2(2), 130-136. Recuperado de <https://archive.org/details/IJAP047>
- González, C., López, E. & Morales, G. (2018a, 6-8 de enero). *A cognitive tool to evaluate meaning formation of course contents: A learning-oriented assessment approach*. Trabajo presentado en la International Conference on Information and Education Technology. Osaka, Japón. doi:10.1145/3178158.3178204
- González, C., López, E. & Morales, G. (2018b, 26-28 de mayo). *Self organized schemata behavior and meaning formation to evaluate e-learning*. Trabajo presentado en la International Conference on Distance Education and Learning-ICDEL'18. Beijing, China. doi: 10.1145/3231848.3231877
- Itoyama, K., Nitta, T. & Fujiki, T. (2007). On the Relation Between Semantic Network and Association Map for the Assessment of Class Work. En M. Iskander (Ed.), *Innovations in E-learning, Instruction Technology, Assessment and Engineering Education* (pp.199-204). Dordrecht, Países Bajos: Springer. doi: 10.1007/978-1-4020-6262-9_35
- Kochneva, M. & Romanova, E. (2019, 28-31 de enero). Assessment of engineering mathematics in the context of distance learning. Trabajo presentado en 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), San Petersburgo y Moscú, Rusia. doi: 10.1109/EIConRus.2019.8656767
- Kyllonen, P. & Christal, R. (1988). Cognitive modeling of learning abilities: A status report of LAMP (Learning Abilities Measurement Program). En R. Dillon y J. W. Pellegrino (Eds.), *Testing: Theoretical and applied perspectives* (pp. 146-173). San Francisco: Freeman.
- López, E. (1996). *Schematically Related Word Recognition* (Publication N° 9613356) [Tesis doctoral publicada, University of Wisconsin-Madison]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- López, E. & Morales, G. (2019). *Modelo de evaluación cognitiva cronométrica-constructiva del aprendizaje* [Documento inédito]. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- López, E. O. & Theios, J. (1992). Semantic analyzer of schemata organization (SASO). *Behavior Research Methods, Instruments, y Computers*, 24(2), 277-285. doi: 10.3758/BF03203508
- López, E., Morales, G., Hedlefs, I. & Gonzalez, C. (2014). New empirical directions to evaluate online learning. *International Journal of Advances in Psychology*, 3(2), 40-47. doi: 10.14355/yijap.2014.0302.03.
- Mislevy, R., Steinberg, L. & Almond, R. (2003). On the structure of educational assessments. *Measurement: Interdisciplinary research and perspectives*, 1(1), 3-62. doi: 10.1207/S15366359MEA0101_02
- Morales, G. (2015). *Protocolo para la recolección de conceptos objetivo y definidores centrales y diferidos (PRECODECD): un sistema de codificación de conceptos extraídos de las redes semánticas naturales* [Documento inédito]. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Morales, G. (2020). *Sistema de evaluación cognitiva constructiva cronométrica del aprendizaje en línea y presencial* [Documento presentado para su publicación]. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Morales, G. & López, E. (2016). Cognitive responsive e-assessment of constructive e-learning. *Journal of e-learning and knowledge society (Je-LKS)*, 12(4), 39-49. Recuperado de http://www.je-lks.org/ojs/index.php/Je-LKS_EN/article/view/1187

- Morales, G. & López-Ramírez, E. (2018a). *EVCOG Módulo 1. Configurador RSN* (Versión 1) [Software]. Registro Público del Derecho de Autor 03-2018-111311554300-01
- Morales, G. & López E. (2018b). *EVCOG Módulo 2. Capturador RSN* (Versión 1) [Software]. Registro Público del Derecho de Autor 03-2018-1113115235001
- Morales, G. & López E. (2018c). *EVCOG Módulo 3. Editor RSN* (Versión 1) [Software]. Registro Público del Derecho de Autor 03-2018-1113115235001
- Morales, G. & López E. (2018d). *EVCOG Módulo 4 Análisis RSN* (Versión 1) [Software]. Registro Público del Derecho de Autor 03-2018-1113115235001
- Morales, G., Ángeles, A., Ibarra, V. & Mancera, M. (2020). Cognitive E-Tools for Diagnosing the State of Medical Knowledge in Students Enrolled for a Second Time in an Anatomy Course. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(9), 341-362. doi: 10.26803/ijlter.19.9.18
- Morales, G., García, M., Castro, M. & Mezquita, Y. (2021). The measurement of knowledge construction in a course of diagnostic evaluation of learning disorders in psychology students. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 20(8), 240-261. doi: 10.26803/ijlter.20.8.15
- Morales, G., López, E., Castro, C., Villarreal, M., & Gonzáles, C. (2017). Cognitive analysis of meaning and acquired mental representations as an alternative measurement method technique to innovate e-assessment. *European Journal of Educational Research*, 6(4), 455-464. Recuperado de https://www.eu-jer.com/EU-JER_6_4_455_Morales-Martinez_etal.pdf
- Morales, G., López, E. & López, A. (2015). New approaches to e-cognitive assessment of e-learning. *International Journal for e-Learning Security (IJeLS)*, 5(2), 449-453. doi: 10.20533/ijels.2046.4568.2015.0057
- Morales, G., López, R., García, A. & López, E. (2020). Evaluación constructiva-cronométrica como herramienta para evaluar el aprendizaje en línea y presencial. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 15(1), 105-124. Recuperado de <https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/view/371>
- Morales, G., Mezquita, Y., González, C., López, E. & García, J. (2018). Formative e-assessment of schema acquisition in the human lexicon as a tool in adaptive online instruction. En R. López (Ed.), *From natural to artificial intelligence - algorithms and applications* (pp. 69-88). Londres, Reino Unido: IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.81623
- Morales, G., Trejo, J., Charles, D., Mezquita, Y. & Sánchez, M. (2021). Chronometric Constructive Cognitive Learning Evaluation Model: Measuring the Construction of the Human Cognition Schema of Psychology Students. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 20(2), 1-21. doi: 10.26803/ijlter.20.2.1
- Urdiales, M., López, E., Castro, C., Villarreal, M. & Carrillo, J. (2018). Biology schemata knowledge organization and meaning formation due to learning: a constructive-chronometric approach to concept mapping usability. *Creative Education*, 9(16), 2693-2706. doi: 10.4236/ce.2018.916203

Metaliteracidad en la formación doctoral: estudio de caso de un curso de Sociolingüística

Melanie Elizabeth Montes Silva
José Luis Bonilla Esquivel
CETYS Universidad

Resumen

Este estudio se desprende de un proyecto más amplio, su propósito fue analizar las prácticas de literacidad de estudiantes de un curso de Sociolingüística y Variación, que formaba parte de un programa de doctorado en Lingüística. El marco teórico en el que se sitúa la investigación es el enfoque sociocultural y los Nuevos Estudios de Literacidad. La metodología siguió un diseño cualitativo, con un estudio de caso de tipo etnográfico. Las técnicas de recolección de datos fueron la observación de clases, la recolección de textos, así como entrevistas a la profesora y a los estudiantes. El análisis de los datos permitió observar que en la clase se promueven diversas literacidades, entre las que destacan la informacional, digital, visual, ciberliteracidad y fluidez informativa, todas ellas parte de la metaliteracidad. También se promovieron la literacidad crítica y disciplinar. Se identificaron áreas de oportunidad y se concluye que se pueden obtener mejores resultados si la formación en literacidades se hace de manera intencionada y si se consideran las literacidades crítica y disciplinar cuando se hable de literacidades vinculadas con la tecnología digital.

Palabras clave

Metaliteracidad, literacidad crítica, literacidad disciplinar, estudios de posgrado, gestión de la información.

Metaliteracy in Doctoral Education: Case Study of a Sociolinguistics Course

Abstract

This study stemmed from a broader project. Its purpose is to analyze the literacy practices of students in a Sociolinguistic and Variation course that was part of a Linguistics Doctoral program. The theoretical framework of this research is the sociocultural approach and the New Literacy Studies. The methodology follows a qualitative design with an ethnographic case study. The data collection techniques used are class observation, text collection, and interviews with the professor and the students. The data suggest that the class promotes different types of literacy, among which digital, visual, and cyber literacy, as well as information fluency, stand out. All of these are part of metaliteracy. The class also promoted critical and disciplinary literacy. Areas of opportunity were detected, and it was concluded that better results may be obtained if literacy education is approached intentionally and if critical and disciplinary literacy are considered when referring to digital technology-related literacies.

Keywords

Metaliteracy, critical literacy, disciplinary literacy, graduate studies, information management.

Recibido: 17/08/2020

Aceptado: 15/12/2021

Introducción

La llegada de la sociedad del conocimiento y el auge de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han modificado la educación de muchas formas y han hecho que las instituciones educativas tengan nuevos retos (Fishman y Dede, 2016). Los planes y programas de estudio han tenido que ser ajustados a esta nueva realidad, que coloca la información al alcance de cualquier persona que cuente con un dispositivo electrónico, conexión a internet y un espacio físico adecuado. De la misma forma, los profesores se ven obligados a modificar prácticas educativas que, aunque por mucho tiempo se consideraron efectivas, ahora deben ser modificadas para propiciar otras que favorezcan el aprovechamiento del conocimiento compartido y que contribuyan a que los estudiantes se adapten a los cambios acelerados que trae consigo la sociedad del conocimiento (Márquez, 2017). En el marco del desarrollo de competencias, donde no bastan los saberes memorísticos sino que se requiere el desempeño de habilidades complejas para realizar actividades o resolver problemas (Tobón, 2007), la universidad se ve en la necesidad de formar egresados capaces de acercarse a la información para transformarla en conocimiento y sacar el mejor provecho de los medios tecnológicos.

En este trabajo se toma en cuenta este contexto, en el que las instituciones educativas deben otorgar un papel preponderante a la información, el conocimiento y las TIC. El marco teórico desde el que se analiza la realidad se relaciona con distintas literacidades, entendidas desde el enfoque sociocultural (Barton y Hamilton, 2004; Gee, 2004) y los Nuevos Estudios de Literacidad (Gee, 2015; Street, 2013) como prácticas sociales que relacionan la lectura, la escritura y la generación de sentido, las cuales solo pueden ser entendidas en el contexto en el que tienen lugar y, al mismo tiempo, lo construyen. Esto significa que el interés ya no se centra en los procesos de codificación y decodificación sino que incluye formas de usar el lenguaje, otros elementos semióticos, conocimientos, creencias, valores, formas de pensar y formas de interactuar con otros para cumplir propósitos sociales específicos en contextos particulares (Lankshear y Knobel, 2007).

Los objetivos de este trabajo son los siguientes: (1) analizar de qué manera se fomenta la literacidad informativa en una clase de doctorado, (2) identificar qué otras literacidades vinculadas con la tecnología y la información se promueven al desarrollar la literacidad informativa en una clase de doctorado, y (3) establecer la relación que existe entre las diversas literacidades vinculadas con la tecnología y la información, y las literacidades crítica y disciplinar. Pensamos que alcanzar estos objetivos ayudará a identificar propuestas que orienten el trabajo de otros docentes en la formación de las habilidades para la gestión de la información en particular, y las otras literacidades en general.

Para alcanzar los objetivos, la investigación se delimitó a un estudio de caso, el Seminario de Sociolingüística y Variación, una materia impartida en un programa de Doctorado en Lingüística en una universidad pública mexicana. Observamos que, si bien no era un objetivo explícito de esta asignatura favorecer la formación de los estudiantes en prácticas de literacidad informacional o en otras literacidades, los resultados en esta área fueron muy positivos. Este hecho nos hizo suponer que los resultados serán mejores si la planeación de este tipo de prácticas se lleva a cabo de manera explícita.

Marco teórico: de la literacidad informativa a la metaliteracidad

Una complicación referida a las habilidades que están en juego en el manejo y uso de la información es identificar un concepto que comunique e integre lo que implica el proceso, aplicación y desarrollo de la gestión de la información. Esto es relevante porque algunos de los términos empleados en el ámbito de las Ciencias de la Información y Comunicación quedan rebasados, por ejemplo, el de formación de usuarios, que alude al conocimiento básico sobre los recursos informativos que se logran mediante la capacitación de usuarios con un proceso clásico de instrucción (Quevedo-Pacheco, 2014). Literacidad informativa, también llamada gestión de la información, alfabetización informacional o alfabetización informativa (Alfin) (todas traducciones de *information literacy*) es el concepto que mejor integra las habilidades para identificar la necesidad de información, localizarla, evaluarla y utilizarla, tomando en cuenta sus implicaciones legales y sociales (Gibson *et al.*, 2007; Martí, 2006).

Diversas instancias internacionales han establecido un conjunto de normas e indicadores que ayudan a identificar las aptitudes para el acceso y uso de información (American Library Association & Association of College and Research Libraries, 2000; Bundy, 2004; Cortés *et al.*, 2002) que deben tener especialmente los estudiantes universitarios, pues se considera que es a partir de este nivel educativo que se evidencia de mejor forma la literacidad informativa. Catts y Lau (2008) ofrecen una revisión de las diferentes propuestas e identifican que, por encima de las diferencias geográficas y sociales, la literacidad informativa va más allá del espacio académico universitario en cuanto que son habilidades deseables a lo largo de la vida. Asimismo, identifican que sus elementos fundamentales son: (a) reconocer la necesidad de información; (b) localizarla y evaluar su calidad; (c) almacenarla y recuperarla; (d) utilizarla de manera efectiva y ética, así como (e) aplicarla para crear y comunicar conocimiento.

La literacidad informativa no solo se refiere a habilidades concretas sino que incluye tres componentes importantes: (1) el pensamiento crítico que debe ponerse en práctica al ejecutar las habilidades informativas (Bawden, 2002; Cuevas, 2007), a lo que

de manera más específica se ha llamado literacidad informativa crítica (Elmborg, 2012; Tewell, 2015); (2) el vínculo que se establece entre la información y los medios de comunicación, así como los recursos tecnológicos, a lo que de manera más puntual se le ha llamado alfabetización mediática e informacional (AMI, por sus siglas en español, o MIL, por sus siglas en inglés —*Media and Information Literacy*—) (Grupo de Trabajo de Alfabetización Informacional, 2016; Lee & So, 2014; Moeller *et al.*, 2011), y (3) el hecho de que involucra la participación en prácticas sociales que son ricas en información (Addison y Meyers, 2013). Visto así, se explica que la alfabetización informativa sea una competencia necesaria para cualquier ciudadano del siglo XXI que tiene acceso a los distintos recursos electrónicos.

Como ha quedado en evidencia, hablar de literacidad informativa implica referirse también a otras literacidades, las cuales, aunque parten de distintos marcos de referencia, también se relacionan con la búsqueda y el uso de la información en diferentes contextos. Otras literacidades de las que se puede hablar en este contexto son las siguientes: literacidad de medios, que son las capacidades relacionadas con la comprensión crítica e interacción con los medios de comunicación (Pérez *et al.*, 2016); literacidad digital, que es usar internet, computadoras y otros medios digitales de manera funcional y empleando para ello las habilidades cognitivas necesarias (Rantala, 2010); ciberliteracidad, vinculada con los conocimientos y los puntos de vista críticos que son necesarios para comprender y usar el internet de manera activa (Gurak, 2003); literacidad visual, que implica un conjunto de habilidades para ver, entender, interpretar, criticar, usar, crear y comunicar mediante mensajes visuales (Ervine, 2016); literacidad de móviles, la capacidad de usar dispositivos móviles, considerando tres dimensiones, que son el acceso a la información, la hiperconectividad y un nuevo sentido de espacio (Mackey & Jacobson, 2014) y, aunque no es propiamente un tipo de literacidad, también se considera la fluidez informativa, que es el conjunto de conocimientos y habilidades cuya finalidad es que los aprendices adquieran conocimientos profundos usando las tecnologías de información y no solo el uso de la tecnología (Mackey & Jacobson, 2011). Como puede verse, todas estas literacidades comparten el hecho de estar vinculadas a tecnología digital y no representan nociones estrictamente excluyentes, con lo que se dificulta su análisis.

Mackey y Jacobson (2014) consideran que ningún tipo de literacidad puede, de manera independiente, reflejar todos los cambios en cuanto a la disponibilidad y uso de la información, los cuales, además, son dinámicos y siguen evolucionando. A fin de integrar todos los aspectos que se consideran en las diversas literacidades, la noción de metaliteracidad es un aporte valioso.

La metaliteracidad incluye las habilidades adjudicadas tradicionalmente a la literacidad informativa, como identificar, acceder,

localizar, comprender, producir y usar información, pero considera también, de forma significativa, las acciones necesarias para colaborar, participar, producir y compartir a través de los ambientes digitales. La metaliteracidad debe entenderse en el contexto del desarrollo, tanto de las herramientas tecnológicas como del pensamiento crítico, los cuales hacen posible la incorporación a los espacios de producción, colaboración y distribución del conocimiento (Mackey & Jacobson, 2014). También implica la reflexión del individuo acerca de sus propias literacidades para que identifique críticamente sus fortalezas y sus áreas con potencial de desarrollo, y de esa manera pueda tomar decisiones sobre su propio aprendizaje en las condiciones de la información actual, que está influenciada por el crecimiento y difusión a través de los recursos tecnológicos.

El modelo original de la metaliteracidad (Jacobson & Mackey, 2013; Mackey & Jacobson, 2011) planteaba siete objetivos orientadores para la enseñanza y el aprendizaje. Posteriormente, estos objetivos fueron reorganizados en cuatro dominios (Mackey & Jacobson, 2014): (1) conductual, referido a aquello que el estudiante debe ser capaz de hacer después de completar las actividades de aprendizaje; (2) cognitiva, que implica lo que el estudiante debe saber al realizar las actividades de aprendizaje, en cuanto a comprensión, organización, aplicación y evaluación; (3) afectiva, que alude a los cambios en las emociones o actitudes por el compromiso en las actividades de aprendizaje, y (4) metacognitiva, que considera aquello que los estudiantes piensan acerca de su propio pensamiento, como la reflexión acerca de cómo y por qué aprenden, qué hacen, qué les falta aprender, cuáles son sus preconcepciones y cómo seguir aprendiendo.

Los cuatro dominios de la metaliteracidad se entrelazan y se llevan a la práctica a través de cuatro grandes metas: (1) evaluar de manera crítica el contenido, incluyendo el que está en línea y cambia o evoluciona; (2) comprender la privacidad personal, la ética en la información y la propiedad intelectual en los entornos tecnológicos cambiantes; (3) compartir información y colaborar en una variedad de ambientes participativos, y (4) demostrar la capacidad para conectar las estrategias de investigación y aprendizaje con los procesos de aprendizaje continuo, así como con las metas personales, académicas y profesionales. Cada una de estas metas considera entre 5 y 11 objetivos de aprendizaje, los cuales no pueden ser detallados aquí, pero pueden ser consultados en el sitio web de la metaliteracidad (Mackey & Jacobson, s. f.).

Cabe precisar que la metaliteracidad incluye las literacidades vinculadas con los recursos de la información y la tecnología digital, así que el concepto deja fuera otras literacidades que se pueden considerar transversales, como la literacidad crítica, que promueve analizar la carga ideológica de los textos (Cassany y Castellà, 2010) y es necesaria para el desarrollo de otras literacidades, como la digital (Vargas, 2015). También, la literacidad disciplinar, referida a la capacidad de participar en las prácticas de lectura y de escritura que

son propias y particulares de cada disciplina, las cuales involucran cuestiones sociales, semióticas y cognitivas (Fang, 2012), y van más allá del texto mismo, pues involucra

El conocimiento y reconocimiento del código escrito, de las reglas lingüísticas que gobiernan la escritura y de las convenciones establecidas para el texto. También se refiere al conocimiento y reconocimiento de géneros discursivos, de los roles que desempeñan los interlocutores en la comunicación escrita, de las formas de pensamiento y procedimientos de observación de la realidad, de la presentación de información y de razonamiento asociados con el discurso escrito; a la identidad y el estatus que los miembros de una comunidad han adquirido a través del uso de la escritura, y a los valores y marcos culturales que se elaboran a través del discurso escrito (Castro y Sánchez, 2015, p. 53).

Estas literacidades, la crítica y la disciplinar, se consideran fundamentales, pues saber darle uso a la información implica la capacidad para generar y difundir el conocimiento, lo cual conlleva una carga ideológica y se hace de manera diferente en cada disciplina.

Los distintos conceptos explicados aquí, los cuales van de la literacidad informativa a la metaliteracidad, pasando por otras literacidades, constituyen el aparato conceptual para establecer el análisis de la asignatura indagada. Enseguida se presenta el método y las características del caso, luego se muestran los resultados y, por último, se establecen las principales conclusiones de este trabajo.

Método

Este trabajo se desprende de un proyecto más amplio, cuyo propósito fue caracterizar las prácticas de literacidad disciplinar de Lingüística que tenían lugar en contextos académicos de diferentes niveles educativos. Al realizar el análisis de contenido cualitativo (Mayring, 2000; Saldaña, 2016) de los datos, emergieron de manera inductiva categorías asociadas a otras literacidades, de lo que se desprendió este análisis particular.

La investigación tuvo un enfoque metodológico cualitativo, pues buscaba observar el contexto de forma natural para conocer sus diferentes aristas (Dorio *et al.*, 2016). Aquí se presenta un extracto para el cual se siguió como método el estudio de caso único de tipo etnográfico (Cohen *et al.*, 2013). Las técnicas de recolección de datos fueron las siguientes: entrevista semiestructurada individual a la profesora de un curso de nivel doctoral; entrevista grupal con los estudiantes inscritos en el curso; observación videograbada de seis sesiones de clase y, como complemento, recolección de los textos en diversos soportes que fueron producidos en el contexto observado, tanto por los estudiantes como por la docente.

Características del estudio de caso

El programa del que se desprende el curso observado es el doctorado de Lingüística de una institución pública mexicana. Éste se encuentra dentro del Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) de CONACyT en el nivel en desarrollo y está centrado en la investigación y la generación de nuevo conocimiento.

La asignatura observada fue el Seminario de Sociolingüística y Variación, en la cual, aunque era optativa, estaban inscritos los tres estudiantes que conformaban la generación del doctorado. El curso se impartía una vez por semana, en sesiones de 3 horas.

La docente del curso tenía formación a nivel licenciatura, maestría y doctorado en Lingüística, era profesora-investigadora de tiempo completo en la institución, contaba con más de 10 años de experiencia como docente en diferentes niveles educativos y pertenecía al Sistema Nacional de Investigadores. Las expectativas de la docente eran que los estudiantes lograran manejar contenidos básicos de la materia, tanto en términos teóricos como aplicados, y que desarrollaran habilidades tanto para leer críticamente como para elaborar y presentar investigaciones sobre el tema del curso.

Los estudiantes que conformaban el grupo tenían los siguientes perfiles: Una estudiante estaba dedicada exclusivamente al programa, pero no tenía experiencia en investigación ni formación previa en Lingüística. Los otros dos estudiantes, un hombre y una mujer, eran profesores universitarios en la misma institución en la que estudiaban, tenían dedicación parcial al doctorado, formación previa en Lingüística y experiencia en investigación. Una de las estudiantes tenía trabajo académico publicado en foros académicos especializados.

La asignatura estaba organizada en cuatro módulos, en los que se intercalaban los enfoques teóricos y prácticos de la disciplina. En el primer módulo se hizo una recuperación teórica de los temas, para lo cual la docente asignó textos, casi todos en inglés, ya fueran artículos o capítulos de libros, y los proporcionó a través de Dropbox, un servicio virtual para almacenar y compartir archivos. Los estudiantes debían revisar los textos y formular lo que la docente denominó *preguntas críticas*, las cuales debían enviar por correo electrónico a la profesora antes de cada sesión. Durante la sesión, la profesora entregaba una guía de los temas que se abordarían, con base en los textos asignados, y hacía una exposición de ellos. Al final de la clase, la profesora proyectaba las preguntas críticas de los estudiantes y, si no habían sido resueltas con la exposición, se discutían de manera colaborativa.

En el segundo módulo los estudiantes aprendieron sobre los recursos tecnológicos necesarios para llevar a cabo una investigación sobre variación lingüística. Primero leyeron sobre las características del programa informático especializado llamado Goldvarb e hicieron prácticas guiadas para aprender a utilizarlo y saber cómo interpretar las tablas

generadas. Posteriormente, cada estudiante debió familiarizarse con tres corpus diferentes sobre datos lingüísticos (como CREA, CORDE y CAES), que están disponibles en internet y que deben ser consultados mediante plataformas especializadas. La profesora instó a los estudiantes para que exploraran estos recursos, pues consideraba que esa era la mejor forma de aprender. Cada estudiante debió presentar las características de los corpus ante sus compañeros, aunque dos de ellos no lo hicieron a fondo y durante sus exposiciones se evidenció una falta de dominio de las herramientas de búsqueda de cada sitio.

En el tercer módulo los estudiantes debieron buscar artículos científicos que reportaran investigaciones sobre distintos tipos de variación lingüística (como fonológica, morfológica y morfosintáctica). Los artículos debían ser recientes y reportar datos procesados con Goldvarb o con un programa similar, pues la finalidad era que sirvieran como guía para la investigación que los estudiantes debían hacer y reportar como parte de la clase. A fin de garantizar la pertinencia de los textos seleccionados, la maestra solicitó revisarlos antes de que los estudiantes los expusieran al grupo. En este proceso descubrió que las búsquedas de los estudiantes habían sido ineficientes pues ellos no sabían dónde buscar ni usar palabras clave para afinar sus búsquedas. Para remediar esta situación, la profesora les preguntó cómo estaban buscando y, después de reflexionar al respecto, modeló cómo realizar las búsquedas en bases de datos abiertas como CONRICyT y Google Académico. Una vez que los estudiantes seleccionaron artículos más adecuados, los compartieron vía Dropbox con el resto de los participantes, para que todos los leyeran, y también los expusieron en clase para analizarlos colectivamente.

Finalmente, en el cuarto módulo los estudiantes hicieron una investigación original, empleando el programa que aprendieron a utilizar y con el modelo textual que revisaron. Los estudiantes compartieron un borrador de su trabajo con sus compañeros y con la profesora. Cada uno de los participantes se hizo responsable de leer los trabajos de los compañeros y ofrecerles retroalimentación para simular un proceso de dictaminación por pares académicos. Posteriormente, los estudiantes entregaron la versión final de su trabajo: un artículo científico que reportaba una investigación original sobre un tema de variación lingüística, cuyo análisis fue realizado utilizando el programa Goldvarb. El plan original de la maestra era que los trabajos fueran presentados ante otros profesores y estudiantes de la Facultad pero, dado que la profesora tuvo problemas de salud hacia el final del semestre, esto no fue posible. Lo que sí quedó como compromiso para los estudiantes fue afinar sus trabajos para enviarlos como propuesta de publicación a algún medio o foro académico.

Las literacidades promovidas en el curso

El análisis del caso evidencia la presencia de los diferentes componentes de la literacidad informativa, sobre todo a partir del módulo dos de la materia, cuando se inicia el trabajo de indagación con el

apoyo de la profesora. También queda de manifiesto que la necesidad de información es lo que promueve el desarrollo de este tipo de literacidad en los estudiantes, pues ellos siempre tuvieron claro que tenían que llegar al final del curso con un artículo, el cual debían discutir con sus pares académicos, tanto profesores como estudiantes, y debía tener potencial para ser publicado. Se agrega a lo dicho la conciencia que tenían los estudiantes de estar participando en un programa académico orientado a la formación de investigadores, lo cual les retaba, especialmente porque no contaban con mucha experiencia al respecto.

Este estudio de caso invita a reflexionar y poner atención sobre el trabajo que llevó a cabo la profesora con relación a la formación de doctores al realizar investigación. Como parte de su trabajo docente ella realizó acciones que contribuyeron al desarrollo de la literacidad informativa en los estudiantes, como enseñarles a hacer búsquedas en fuentes adecuadas, aunque inicialmente no había planeado hacerlo, pues asumió que, por el nivel de estudio de los estudiantes, ya sabrían hacerlo. Fue la detección de la necesidad lo que hizo que la docente realizara acciones intencionadas en este sentido. También hubo actividades que no contribuyeron al desarrollo significativo de la literacidad informativa, como asignar y facilitar todas las lecturas del primer módulo, pues esto limitó la oportunidad de que los estudiantes buscaran y evaluaran la información necesaria para cada tema, pero ciertamente es una estrategia didáctica valiosa para poner en común temas iniciales. En la tabla 1 se sintetiza tanto lo que se pudo apreciar sobre cada uno de los componentes de la literacidad informativa como los aspectos que se identifican que se hubieran podido mejorar para promover este tipo de literacidad en el grupo de estudiantes de doctorado. Estas áreas de oportunidad tienen un valor informativo para la docente debido a que le permiten valorar sus propios objetivos relacionados con la literacidad disciplinar e identificar el tipo de actividades que podrían aprovecharse para la formación de otras literacidades.

• **Tabla 1. Elementos de la alfabetización informativa presentes en la asignatura observada**

Componentes	Evidencias de alfabetización informativa	Áreas de oportunidad
Reconocer la necesidad de información	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de buscar artículos científicos especializados. • Necesidad de buscar corpus para presentar y para usar en una investigación original. 	<ul style="list-style-type: none"> • Al principio todas las lecturas fueron asignadas y proporcionadas por la profesora, en lugar de que los estudiantes buscaran, por lo que no tenían necesidad de información.

Componentes	Evidencias de alfabetización informativa	Áreas de oportunidad
Localizar y evaluar la calidad de la información	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar preguntas críticas sobre las lecturas y responderlas como parte de la clase. • Buscar artículos con base en instrucciones específicas. • Modelaje sobre búsquedas avanzadas. • Analizar los corpus para saber cómo usarlos para buscar información. 	<ul style="list-style-type: none"> • La profesora no indagó qué sabían los estudiantes sobre búsquedas de información antes de asignar la tarea. • Solo se explicó cómo usar recursos abiertos y herramientas básicas, a pesar de que los sitios consultados tienen herramientas avanzadas y la universidad tiene acceso a bases de datos restringidas. • Los estudiantes no se adentraron lo suficiente en el análisis de los corpus y en la comprensión de su funcionamiento.
Almacenar y recuperar la información	<ul style="list-style-type: none"> • Usar Dropbox para intercambiar archivos. • Hacer búsqueda de información en los corpus y almacenarla para posteriormente analizarla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faltó crear cuentas o alertas en bases de datos para almacenar y recuperar la información posteriormente.
Utilizar la información de manera efectiva y ética	<ul style="list-style-type: none"> • Dar crédito a los autores durante las exposiciones y en el artículo. • Usar APA o MLA al realizar el artículo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La maestra no indagó los conocimientos previos de los estudiantes ni dio instrucciones específicas sobre el estilo de citación adecuado para la disciplina.
Aplicar la información para crear y comunicar conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición de artículos. • Presentación de corpus. • Elaboración del artículo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Algunos de los estudiantes explicaron los corpus de manera insuficiente. • Quedó pendiente la exposición final con un público diferente a los miembros del grupo.

Como se puede apreciar, localizar y evaluar la calidad de la información es el componente en el que se identifican más aspectos por mejorar. Por ejemplo, se hubiera podido incrementar el acompañamiento a fin de dotar a los estudiantes de más habilidades para realizar búsquedas, tanto en bases de datos especializadas como en los criterios de búsqueda al utilizar las diferentes bases de datos. De manera opuesta, se reconoce que el respeto a la propiedad intelectual, así como el manejo de información de acuerdo con alguno de los manuales de estilo, fue bien observado tanto por la profesora como por los estudiantes.

Más allá de la literacidad informativa, fue posible identificar la práctica y desarrollo de otro conjunto de literacidades como la digital, la ciberliteracidad, la visual y la fluidez informativa. En la tabla 2 se puede observar en qué aspectos o acciones concretas se evidenciaron dichas literacidades.

• **Tabla 2. Otras literacidades presentes en la asignatura observada**

Literacidades presentes	Aspectos concretos relacionados con las literacidades
Digital	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora (PowerPoint, Word y Goldvarb). • Internet (Dropbox, bases de datos abiertas, corpus especializados).
Ciberliteracidad	<ul style="list-style-type: none"> • No colaborativas: corpus, bases de datos abiertas y Goldvarb. • Colaborativa: Dropbox.
Visual	<ul style="list-style-type: none"> • Generación, análisis y comprensión de tablas y gráficas derivadas del análisis de datos cuantitativos, tanto las que aparecían en los artículos académicos como las generadas por ellos mediante el programa informático Goldvarb.
Fluidez informativa	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de datos abiertas, para buscar artículos científicos especializados. • Corpus, para buscar datos que pudieran ser analizados. • Goldvarb, para analizar cuantitativamente datos lingüísticos.

Tal como señalan Mackey y Jacobson (2014), ningún tipo de literacidad puede reflejar o contener por sí misma lo que refiere a la disponibilidad y uso de información. La metaliteracidad, como concepto incluyente de distintas literacidades, se aprecia en el caso revisado y permite integrar elementos presentes en la clase que no se identifican solo con el análisis desde la óptica de la literacidad informativa. En la tabla 3 se presentan aspectos particulares que evidencian la metaliteracidad y se especifica a qué dominio corresponden.

• **Tabla 3. Actividades realizadas en clase y su relación con cada dominio de la metaliteracidad**

Participante	Actividad	Dominio de la metaliteracidad			
		Conductual	Cognitivo	Afectivo	Metacognitivo
Profesora	Promovió la colaboración entre los estudiantes al pedirles que intercambiaran sus trabajos y al asignarles temas para que los explicaran a los compañeros	✓	✓	✓	
	Indagó cómo hacían las búsquedas de información los estudiantes				✓
	Las preguntas que los estudiantes debían formular sobre cada lectura promovieron el sentido crítico		✓		✓
	Al contextualizar las lecturas se promovía el conocimiento profundo de los temas de la clase		✓		
	Fomentaba una perspectiva global al asignar lecturas en inglés y en español	✓	✓		
	Realizó acciones formativas intencionadas para enseñar a buscar información y para empoderar a los estudiantes para que se volvieran autores	✓	✓	✓	

Participante	Actividad	Dominio de la metaliteracidad			
		Conductual	Cognitivo	Afectivo	Metacognitivo
Estu- dian- tes	Adaptaron sus estrategias para llevar a cabo las tareas y lecturas asignadas			✓	✓
	Tenían claro que se estaban formando como investigadores y actuaban para desarrollar habilidades en ese sentido	✓		✓	✓
	Sabían qué estaban aprendiendo y qué les serviría o no para su tesis, así como qué de lo visto en clase podrían transferir a su desarrollo académico o enseñar posteriormente	✓		✓	✓
	Estaban dispuestos a colaborar cordialmente con sus compañeros	✓		✓	

Como se pudo apreciar en la tabla 3, hay un constante ejercicio para el desarrollo del sentido crítico a partir de socializar la producción académica, así como un sentido de colaboración, mismo que se permitió gracias a la utilización de las distintas herramientas tecnológicas. Como se ve, la forma en la que se impartió la clase contribuyó al desarrollo de la literacidad informativa, también de otras literacidades y de la metaliteracidad, a pesar de que quedaron algunas cuestiones por atender para que los estudiantes logaran mejores aprendizajes.

Además de las literacidades vinculadas con la tecnología digital, los estudiantes trabajaron en el desarrollo de las literacidades crítica y disciplinar. La literacidad crítica tiene lugar con las preguntas que los estudiantes debían elaborar como evidencia de cada lectura realizada. La encomienda no era solo leer sino cuestionar el texto, analizarlo, interpretarlo, posicionarse con respecto al contenido, reaccionar ante él, “ponerse un poco del otro lado y ser como el juez de los autores”, según las palabras expresadas por la profesora, y todas estas acciones están vinculadas con la literacidad crítica (Cassany & Castellà, 2010). Esta era la intención de la profesora, aunque no siempre se logró el propósito. Había preguntas que se centraron en aspectos literales del texto, a pesar de lo cual, en general, sí se realizaba un trabajo crítico. La literacidad crítica también se manifestó cuando la docente exponía las lecturas asignadas y se posicionaba críticamente ante los textos o cuando los estudiantes expusieron los artículos científicos que encontraron y destacaron de manera crítica las características de cada investigación, con miras a hacer un trabajo similar.

En cuanto a la literacidad disciplinar, ésta estuvo presente a lo largo del proceso con las actividades que implicaban leer, exponer de manera oral y escribir textos altamente especializados. La práctica más sofisticada de la asignatura fue la elaboración del artículo científico derivado de una investigación original y la revisión por pares que se hizo colectivamente de ese trabajo. Esta actividad constituye de mane-

ra explícita la participación en una práctica de literacidad disciplinar, la cual se valió en gran medida de las literacidades vinculadas con la tecnología digital. Es decir, el artículo tenía un sustento en información recolectada de fuentes confiables y especializadas; el procesamiento de datos obtenidos de internet se hizo en formato digital y la elaboración del texto requirió paquetería informática especializada.

Conclusiones

Este trabajo tuvo como propósito evidenciar las literacidades practicadas por los estudiantes inscritos en el Seminario de Sociolingüística y Variación, que formaba parte de un programa de doctorado en Lingüística ofrecido en una institución pública mexicana. Los objetivos fueron: (1) analizar de qué manera se fomenta la literacidad informativa en una clase de doctorado, (2) identificar qué otras literacidades vinculadas con la tecnología y la información se promueven al desarrollar la literacidad informativa en una clase de doctorado y (3) establecer la relación que existe entre las diversas literacidades vinculadas con la tecnología y la información, y las literacidades crítica y disciplinar.

Consideramos haber alcanzado nuestros objetivos. Con relación al primero, quedó de manifiesto que se promovió la literacidad informativa con formación explícita sobre cómo buscar, evaluar y seleccionar información, así como con el diseño de actividades que posibilitaron el uso ético de la información para construir conocimiento. En cuanto al segundo objetivo, la situación mostrada permite ilustrar que distintas literacidades (de medios, digital, ciberliteracidad, visual, fluidez informativa, etc.) se hacen presentes al desarrollar la literacidad informativa, por ejemplo, al usar programas especializados para intercambiar archivos, procesar datos y presentar información. Finalmente, en lo relacionado con el tercer objetivo fue posible identificar que las literacidades crítica y disciplinar están presentes al poner en práctica literacidades relacionadas con la tecnología y la información, la primera cuando se valora la postura ideológica de los textos al analizarlos y, la segunda, cuando se llevan a cabo actividades sofisticadas propias de una disciplina.

Adicionalmente, se pudo identificar que los cuatro dominios de la metaliteracidad (conductual, cognitivo, afectivo y metacognitivo) estaban implicados en el caso revisado ya que los estudiantes adoptaron un conjunto de formas para realizar sus actividades, sabían lo que debían realizar y se movieron sus sentimientos y afectos. Sobre todo, los estudiantes eran capaces de reconocer lo que habían aprendido y cómo lo habían aprendido, en especial a través del trabajo compartido tanto con la profesora como con sus compañeros, utilizando algunos recursos electrónicos.

No obstante, la situación analizada permite reconocer algunas tareas pendientes, por ejemplo, promover una mayor colaboración y comunicación para el ejercicio del sentido crítico, así como impulsar que los estudiantes busquen y evalúen información. Lo anterior daría

mejores condiciones para alcanzar la metacognición y reflexión sobre sus propios aprendizajes a fin de construir productos que efectivamente pudieran ser compartidos con sus pares académicos; además, se lograría que los estudiantes adquirieran conocimientos más profundos y recibieran una formación más sólida como futuros investigadores. Seguramente este tipo de decisiones y acciones ayudarían a alcanzar la realización de la metaliteracidad como promotora del pensamiento crítico y la colaboración a través de los medios que se ofrecen en el marco de la era digital.

Asimismo, se considera necesario no desvincular la literacidad crítica y la disciplinar de las literacidades que están vinculadas con la metaliteracidad pues la práctica social, que en este estudio de caso es el espacio de formación de investigadores, no solo requiere del uso efectivo y crítico de tecnologías digitales para cumplir con propósitos específicos. Los estudiantes, futuros doctores en Lingüística, leen, escriben y otorgan significado a textos sofisticados y especializados, lo que los acerca a prácticas disciplinares.

Finalmente, debemos señalar que si bien es cierto que este estudio de caso no puede ni debe generalizarse como ejemplo de lo que sucede en el resto de las asignaturas del programa académico o en otros programas de posgrados sí es de utilidad para identificar buenas prácticas que contribuyan al desarrollo de estudiantes altamente capacitados para acceder, evaluar y utilizar información.

Se declara que la obra que se presenta es original, no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación, así también que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

• Referencias

- American Library Association (ALA) & Association of College and Research Libraries (ACRL). (2000). *Information literacy competency standards for higher education*. Recuperado de <https://repository.arizona.edu/bitstream/handle/10150/105645/standards.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Addison, C. & Meyers, E. (2013). Perspectives on information literacy: a framework for conceptual understanding. *Information Research*, 18(3). Recuperado de <http://www.informationr.net/ir/18-3/colis/paperC27.html#Zurkowski74>
- Barton, D. & Hamilton, M. (2004). La literacidad entendida como práctica social. En V. Zavala, M. Niño-Murcia y P. Ames (Eds.), *Escritura y sociedad. Nuevas perspectivas teóricas y etnográficas* (pp. 109–139). Lima, Perú: Red para el Desarrollo de las Ciencias Sociales en el Perú.
- Bawden, D. (2002). Revisión de los conceptos de alfabetización informacional y alfabetización digital. *Anales de Documentación*, 5, 361–408. Recuperado de <https://revistas.um.es/analesdoc/article/view/2261>

- Bundy, A. (2004). *Australian and New Zealand Information literacy framework principles, standards and practice* (2.a ed.). Adelaida, Australia: Australian and New Zealand Institute for Information Literacy. Recuperado de <https://adbu.fr/wp-content/uploads/2013/02/Infolit-2nd-edition.pdf>
- Cassany, D. & Castellà, J. M. (2010). Aproximación a la literacidad crítica. *Perspectiva*, 28(2), 353–374. doi: 10.5007/2175-795X.2010v28n2p353
- Castro, M. & Sánchez, M. (2015). Escribir en la universidad: la organización retórica del género tesina en el área de humanidades. *Perfiles Educativos*, 37(148), 50–67. doi: 10.22201/iisue.24486167e.2015.148.49311
- Catts, R. & Lau, J. (2008). *Towards information literacy indicators*. París, Francia: UNESCO.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2013). *Research methods in education*. Abingdon, Inglaterra: Routledge.
- Cortés, J., González, D., Lau, J., Moya, A. L., Quijano, A., Rovalo, L. & Souto, S. (2002). *Normas sobre alfabetización informativa en educación superior: Declaratoria*. Recuperado de <https://www.uv.mx/veracruz/usbi/files/2012/09/DeclaratoriaTercerD-HI.pdf>
- Cuevas, A. (2007). *Lectura, alfabetización en información y biblioteca escolar*. Gijón, España: Trea.
- Dorio, I., Sabariego, M. & Massot, L. (2016). Características generales de la metodología cualitativa. En R. Bisquerra (Coord.), *Metodología de la investigación educativa* (5.a ed., pp. 267–284). Madrid, España: La Muralla.
- Elmborg, J. (2012). Critical information literacy: Definitions and challenges. En C. W. Wilkinson & C. Bruch (Eds.), *Transforming information literacy programs: Intersecting frontiers of self, library culture, and campus community* (Vol. 64, pp. 75–95). Illinois, Estados Unidos de América: Association of College and Research Libraries.
- Ervine, M. (2016). Visual literacy in instructional design programs. *Journal of Visual Literacy*, 35(2), 104–113. doi: 10.1080/1051144X.2016.1270630
- Fang, Z. (2012). Language correlates of disciplinary literacy. *Topics in Language Disorders*, 32(1), 19–34. doi: 10.1097/TLD.0b013e31824501de
- Fishman, B. & Dede, C. (2016). Teaching and technology: New tools for new times. En D. Gitomer & C. Bell (Eds.), *Handbook of research on teaching* (pp. 1269–1334). Washington, D. C., Estados Unidos de América: AERA.
- Gee, J. (2004). Oralidad y literacidad: De El pensamiento salvaje a Ways with words. En V. Zavala, M. Niño-Murcia & P. Ames (Eds.), *Escritura y sociedad. Nuevas perspectivas teóricas y etnográficas* (pp. 23–55). Lima, Perú: Red para el desarrollo de las Ciencias Sociales en el Perú.
- Gee, J. (2015). *Social linguistics and literacies. Ideology in discourses* (5.a ed.). Nueva York, Estados Unidos de América: Routledge.
- Gibson, C., Woodard, B. & Arp, L. (2007). Information literacy and IT fluency: Convergences and divergences. *Reference & User Services Quarterly*, 46(3), 23–26, 59. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/20864692>
- Grupo de Trabajo de Alfabetización Informativa (2016). *Integración de las competencias ALFIN/AMI en el sistema educativo: referencias, contexto y propuestas*. Secretaría General Técnica. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado de http://www.ccbiblio.es/wp-content/uploads/Integracion_competencias_ALFIN-AMI_sistema_educativo.pdf
- Gurak, L. (2003). *Cyberliteracy: Navigating the Internet with awareness*. Connecticut, Estados Unidos de América: Yale University Press.
- Jacobson, T. & Mackey, T. (2013). Proposing a metaliteracy model to redefine information literacy. *Communications in Information Literacy*, 7(2), 84–91. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1089056.pdf>

- Lankshear, C. & Knobel, M. (2007). Sampling “the New” in New Literacies. En M. Knobel y C. Lankshear (Eds.), *A new literacies sampler* (pp. 1–24). Nueva York, Estados Unidos: Peter Lang.
- Lee, A. & So, C. (2014). Alfabetización mediática y alfabetización informacional: similitudes y diferencias. *Comunicar*, 21(42), 137–146. doi: 10.3916/C42-2014-13
- Mackey, T. & Jacobson, T. (s. f.). *Goals and Learning Objectives*. Metaliteracy. Recuperado el 13 de enero de 2022, de <https://metaliteracy.org/learning-objectives/>
- Mackey, T. & Jacobson, T. (2011). Reframing information literacy as a metaliteracy. *College & Research Libraries*, 72(1), 62–78. doi: 10.5860/crl-76r1
- Mackey, T. & Jacobson, T. (2014). *Metaliteracy: Reinventing information literacy to empower learners*. Illinois, Estados Unidos de América: American Library Association.
- Márquez, A. (2017). Educación y desarrollo en la sociedad del conocimiento. *Perfiles Educativos*, 39(158), 3–17. doi: 10.22201/iisue.24486167e.2017.158.58635
- Martí, Y. (2006). *Alfabetización informacional: análisis y gestión*. Buenos Aires, Argentina: Alfagrama.
- Mayring, P. (2000). Qualitative content analysis. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). doi: 10.17169/fqs-1.2.1089
- Moeller, S., Joseph, A., Lau, J. & Carbo, T. (2011). Towards media and information literacy indicators. *Background Document of the UNESCO Expert Meeting (Bangkok, Thailand, 4-6 November 2010)*. Recuperado de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/unesco_mil_indicators_background_document_2011_final_en.pdf
- Pérez, A., García, R. & Aguaded, I. (2016). International dimensions of media literacy in a connected world. *ATI - Applied Technologies and Innovations*, 12(2), 95–106. doi: 10.15208/ati.2016.08
- Quevedo, N. (2014). *Alfabetización informacional: Aspectos esenciales*. Consorcio de Universidades. Comité de Bibliotecas. Recuperado de http://eprints.rclis.org/23091/1/Libro.ALFIN_Aspectos_Esenciales.pdf
- Rantala, L. (2010). Digital literacies as school practices. En A. Lloyd & S. Talja (Eds.), *Practising information literacy: Bringing theories of learning, practice and information literacy together*. Wagga Wagga, Nueva Gales del Sur: Centre for Information Studies, Charles Sturt University.
- Saldaña, J. (2016). *The coding manual for qualitative researchers* (3.a ed.). Londres, Inglaterra: SAGE.
- Street, B. (2013). New literacy studies. En M. Grenfell, D. Bloome, C. Hardy, K. Pahl, J. Rowsell y B. Street (Eds.), *Language, ethnography, and education: Bridging new literacy studies and Bourdieu* (pp. 27–49). Nueva York, Estados Unidos: Routledge.
- Tewell, E. (2015). A decade of critical information literacy: A review of the literature. *Communications in Information Literacy*, 9(1), 24–43. doi: 10.15760/comminfolit.2015.9.1.174
- Tobón, S. (2007). El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. *Acción Pedagógica*, 16(1), 14–28.
- Vargas, A. (2015). Literacidad crítica y literacidades digitales: ¿una relación necesaria? (Una aproximación a un marco teórico para la lectura crítica). *Folios*, (42), 139–160. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3459/345938959009.pdf>

Investigación en la acción. Experiencia de formación docente

Manuela Badillo Gaona
Instituto Politécnico Nacional

Resumen

Ante el intercambio acelerado de conocimiento se requiere contar con docentes formados para la investigación, a fin de que fortalezcan su práctica para que incida en sus actividades de gestión y docencia. En ese sentido, el objetivo del presente artículo consiste en analizar el proceso formativo que los docentes vivieron en interacción dialógica en un espacio de formación para la investigación. Es un trabajo cualitativo bajo el método de investigación acción, los sujetos fueron nueve docentes de los tres niveles educativos (básica, media y superior). Se aplicó un cuestionario abierto. Se realizó un análisis heurístico-reflexivo mediante cuadros de análisis. Los resultados muestran la experiencia formativa que los docentes vivieron en el Seminario Taller de Formación en y para la Investigación con la presentación de las habilidades investigativas adquiridas.

Palabras clave

Estrategia,
Formación para
la investigación,
Habilidades
investigativas

Research in action Alternative training proposal

Abstract

Given the accelerated exchange of knowledge, it is necessary to have teachers trained for research, in order to strengthen their practice so that it affects their management and teaching activities. In this sense, the objective of this article is to analyze the training process that teachers experienced in dialogical interaction in a training space for research. It is a qualitative work under the action research method, the subjects were nine teachers from the three educational levels (basic, middle and higher). An open questionnaire was applied. A heuristic-reflexive analysis was performed using analysis tables. The results show the training experience that the teachers lived in the Training Workshop Seminar in and for Research with the presentation of the research skills acquired.

Keywords

Strategy,
Research
Training,
Investigative
Skills

Recibido: 30/05/2020

Aceptado: 03/09/2021

Introducción

El estudio que aquí se presenta se refiere a la *formación* docente para la investigación, concepto que se compone de tres acepciones: formación, docente e investigación. Formación, como la conformación interna de cada ser humano, es una tarea de sí mismo, se trata de un proyecto personal; docente, como el profesional de la educación en condición de continuar con su proyecto formativo; e investigación como el proceso sistemático de búsqueda y construcción de conocimientos basados en la aplicación de una serie de métodos y técnicas dirigidas a la obtención, organización e interpretación de un conjunto de datos coherentes a un propósito previamente definido (Angulo, 2017, p. 242). Mientras que formación para la investigación se refiere a la función que habrá de desempeñar el sujeto en formación, es así que el concepto de acuerdo a Moreno Bayardo (2002, p. 36) que da como el proceso que promueve de manera sistemática el acceso a los conocimientos y el desarrollo de habilidades, hábitos, actitudes y valores que demanda la realización de la práctica investigativa.

La investigación, como una actitud para el aprendizaje, provee al docente de las habilidades para afrontar los desafíos del mundo contemporáneo (Moreno, 2002, p. 30), entre ellos: los retos en materia tecnológica, en el uso y transferencia de conocimiento. Un docente investigador desarrolla un carácter crítico y propositivo, tiene los conocimientos que le permiten confrontar los conflictos y darles respuesta, es un profesional que actúa acorde con las políticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), que en su declaratoria sobre la educación superior en el siglo XXI menciona que a través de la investigación se genera, promueve y difunde conocimiento. (ONU, 2015). Bajo esa visión se pugna por una formación que permita al docente un posicionamiento teórico y metodológico contemporáneos de la investigación, un desarrollo de las habilidades investigativas y una contribución al aprendizaje en el manejo racional, crítico, reflexivo y ético de la multiplicidad de las fuentes de información.

Formarse para la investigación implica al sujeto como el principal actor de su proceso formativo en la transformación de sus capacidades que lo posibilita en la solución de problemas de manera creativa e innovadora (Moreno, 2002, p. 36).

En la Maestría en Administración en Gestión y Desarrollo de la Educación (MAGDE) ubicada en la Escuela Superior de Comercio y Administración, Unidad Santo Tomás del Instituto Politécnico Nacional (IPN) Ciudad de México, nace un proyecto bajo el método de investigación acción que da cuenta del objeto de estudio que consiste en la formación docente para la investigación. La metodo-

logía se basa en la acción misma de los involucrados en el proyecto, son quienes asumen una participación activa en su propia práctica a través de la constante observación, análisis e interpretación de su hacer como docentes investigadores (Rodríguez y García, 1999, p. 52). Así, que en MAGDE en 2015 se inició una propuesta alternativa de formación denominada Seminario Taller de Formación en y para la Investigación Educativa (STFIE-IPN) experiencia que concluye en 2020. Fue una actividad sin fines de lucro, escolarizada, respondió al ritmo de cada participante, por consiguiente, no se estableció fecha de término, fue de permanencia voluntaria, se privilegió el diálogo académico y el aprendizaje multidisciplinario, todo el tiempo se buscó promover una actitud de colaboración crítica, analítica y reflexiva en torno al debate de los métodos, metodologías y técnicas empleadas en la investigación, se propusieron acciones, material temático, pedagógico y didáctico para emplearse en la búsqueda de solucionar problemas que transformen la práctica del docente en gestión y docencia, siempre en acompañamiento formativo de los profesionales de la investigación (Vargas, 2015).

Es un trabajo que fue construyendo los significados inherentes al objeto de estudio (formación, habilidades y estrategias para la investigación) por eso el constante cuestionamiento incorporado en el desarrollo teórico contenido en el artículo. Más adelante se da cuenta de la experiencia vivida por el colectivo de investigación STFIE-IPN en su proceso formativo. Se concluye con las habilidades investigativas que el colectivo reconoce haber aprendido y puesto en práctica en su entorno familiar, laboral y social fortaleciendo su docencia y la gestión en su lugar de trabajo.

Desarrollo teórico

La perspectiva teórica que integra el cuerpo del artículo corresponde a la propuesta de Moreno Bayardo (2002, pp. 17-41), la autora conceptualiza los términos de investigación, formación, mediación, estrategias, habilidades investigativa y formación para la investigación. Con esa construcción conceptual coadyuva en dar respuesta a las interrogantes que fueron guía del presente trabajo: ¿Qué significa formar para la investigación? ¿Por qué sembrar la inquietud en los programas de educación superior sobre la necesidad de contar con docentes formados para la investigación? ¿Cómo la investigación formativa genera el conocimiento y las habilidades para tomar decisiones en la solución de problemas?

Investigación

Moreno Bayardo (2002) construye el significado de investigación a partir de la propuesta de Ipola y Castells (1975, p.45), autores que establecen que la investigación es una representación de la

actividad científica que aglutina un conjunto de procesos de producción de conocimientos unificados por un campo conceptual común organizado por normas inscritas en aparatos institucionales. Asimismo, incorpora los tres tipos de investigación que Ducoing (1988, p. 23) distingue: la que genera conocimiento, la que a través del conocimiento generado explica la solución de problemas y la que propicia aprendizaje.

En ese sentido, Moreno Bayardo (2002) coincide con Ipola y Castells (1975) y Ducoing (1988) al considerar fundamentales dos acciones relacionadas con los tipos de investigación: primero, que la fase teórica, metodológica, y de aplicación se relacionen en todo el proceso de investigación; segundo, que la investigación se manifieste en la vida académica de las instituciones como una actitud hacia el aprendizaje, no de actualización o capacitación, y no solo en la educación superior, sino a lo largo del proceso de formación en todos los niveles educativos.

Al considerar los elementos antes señalados, el concepto de investigación propuesto por Moreno Bayardo (2002, p. 30) queda como el conjunto de procesos de producción del conocimiento, fundamentalmente orientado a la práctica que consiste en generar dichos procesos, orientarlos, apoyarlos, recuperarlos, reconstruirlos, a fin de que realmente conduzcan a la producción del conocimiento.

Formación

Ver a la investigación como una práctica en la producción del conocimiento, se le considera un quehacer estructural, es decir, la investigación empieza siempre con un problema, con una construcción teórica y conceptual, sin datos obtenidos del trabajo de campo, sin un protocolo, sin resultados y por supuesto sin conclusiones. Un hacer que deduce la creación de conocimiento, por ende, complejo en la práctica de la investigación; es un reto que implica formarse para la investigación (Moreno, 2002, p. 31).

Heller (1977) señala la importancia del contacto del hombre con la cultura mediante la interacción con sus semejantes. Díaz Barriga y Rigo (2000, p. 87) recuperan lo dicho por el autor en la construcción del concepto de formación e indican que el desarrollo formativo de un sujeto lleva implícito el crecimiento de sus potencialidades, las que se pondrán a disposición de otros sujetos en la relación social cotidiana y en los distintos contextos en que convive o se desempeña. Luhmann y Schorr (1993, p. 79) hacen referencia a la formación como la conformación interna de cada ser humano, una tarea de sí mismo. Pasillas (1992, p. 154) establece que la formación se trata de un proyecto personal, ya no es la escuela o el maestro quienes ofrecen el saber y marcan la trayectoria [...] el que se forma es el que decide y el que participa activamente del proceso. Ferry (1991, p. 55) incorpora otro elemento en la integración del término, en primera instancia ratifica el hecho de

que la persona se forma por iniciativa propia y por mediación, las cuales son diversas; los formadores son mediadores humanos, lo son las lecturas, las circunstancias, los accidentes de la vida y la relación con los otros; de ahí que el proceso de formación se realice por mediación no solo con programas escolares o institucionales, sino también en los ámbitos familiar, laboral y profesional.

Moreno Bayardo recupera de Díaz y Rigo (2000, p. 87) Luhmann y Schorr (1993, p. 79) Pasillas (1992) y Ferry (1991, p. 55) los elementos que integran la concepción de formación: acceso a la cultura, reconstrucción histórica de la misma, vinculación con el trabajo, adquisición, construcción y desarrollo del conocimiento y habilidades, producción intelectual e internalización de un conjunto de valores. Todo en unión se convierte en un proyecto propio asumido por la persona. Es así que la autora refiere el concepto de formación como:

Un asunto diferenciado, dado que el individuo tiene un ritmo y un camino propio para gestar, asumir y participar activamente en los diversos procesos de formación en los que se involucra. Aun y cuando se hizo notar que la formación es un proyecto que cada sujeto se adjudica como propio, también se asume que el proceso puede ser sistemático y formal, apoyado por los formadores, siendo estos, mediadores humanos (2002, pp. 33-34).

Formación para la investigación

Investigar es una práctica para la que es necesario formarse, no actualizarse, no capacitarse, no instruirse, por el contrario, es un proceso de formación para la investigación. Filloux (1991) citado en Moreno Bayardo establece una distinción con tres expresiones que dan sentido al proceso:

Formación *en*, formación *por* y formación *para*. Formación *en* hace referencia al contenido del saber adquirido o por adquirir; formación *por* alude al procedimiento o mediaciones que se utilizarán para apoyar al sujeto que aprende; formación *para* se refiere a la práctica, función o profesión que habrá de desempeñar el sujeto en formación (2002, p. 34).

Si bien, se hace referencia al término de formación en forma genérica, lo cierto es que depende de la intencionalidad de su uso; se utilizan expresiones como formación para la investigación, formación de investigadores, formación en investigación, y formación por medio de la investigación. Moreno Bayardo (2002, p. 35) en una búsqueda exhaustiva encuentra la propuesta de Sánchez (1987, p. 56; 1995, pp. 125, 127) Rojas (1992, p. 90), Arredondo (1989, p. 25) y Reyes (1993, pp. 76-78) y con los argumentos de los autores determina la distinción de cada una de las expresiones:

- ▶ *Formación de investigadores.* Es un quehacer académico que tiene por objetivo el enseñar a investigar, el cual consiste en la transmisión de saberes teóricos y prácticos, de estrategias, habilidades y destrezas.
- ▶ *Enseñar a investigar.* Es mucho más que la transmisión de saberes, implica el desarrollo de una serie de habilidades y actitudes propias de la mentalidad científica.
- ▶ *Oficio de investigador.* Entendido como un conjunto de estrategias y habilidades elementales, es decir, saberes que se ponen en práctica.
- ▶ *Formación integral de investigadores.* Consiste en un proceso formativo que propicia los saberes epistemológicos, metodológicos, filosóficos y técnicos; en el que se genera conocimiento científico en un campo específico, en él se promueva la socialización de los trabajos de forma escrita y oral. Por medio del conocimiento se promueva una práctica para que se transforme el ser y el hacer del sujeto en formación.
- ▶ *Formación en investigación.* Hace alusión a los objetivos a lograr por un plan de estudios ya sea en modalidad presencial o virtual.
- ▶ *Formación por medio de la investigación.* Se permite utilizar y cuestionar los conocimientos dominantes, adquirir nuevas maneras de comprender la realidad, enfrentarse a los problemas en la producción de conocimiento, afrontar lo que se sabe y lo que no, ser humilde ante los problemas del conocimiento y dar menos importancia a los asuntos que con frecuencia se aseveran.

Cada una de las expresiones referidas, aun ubicadas en el contexto de la formación, pone énfasis en elementos diferentes, ya sea que traten del qué y del para qué del sujeto en formación, de la tarea para la cual se forma, o del valor formativo que se deriva de la práctica misma de la investigación. Los elementos comunes son:

- ▶ Una práctica específica, por ejemplo, la investigación;
- ▶ Ejercicio que demanda conocimientos, habilidades, hábitos, actitudes y valores, dispuestos a ser obtenidos o perfeccionados por el sujeto en formación;
- ▶ Un quehacer académico, cuya función mediadora conste en promover y facilitar el acceso a los conocimientos y el desarrollo de las habilidades, hábitos, actitudes y valores.

Moreno Bayardo considera a los elementos antes señalados, en la construcción de lo que significa *formar para la investigación*, debido a que no se pierde de vista al sujeto que se forma. En ese sentido, el concepto queda como:

Proceso que implica práctica y actores diversos, en el que la intervención de los formadores como mediadores humanos se concreta en un quehacer académico consistente y en promover y facilitar de manera sistematizada (no necesariamente escolarizada) el acceso a los conocimientos y el desarrollo de habilidades, hábitos y actitudes, e internacionalización de valores, que demanda la realización de la práctica denominada investigación (2002, p. 36).

La investigación así conceptualizada enfatiza en la intencionalidad y en el producto del quehacer académico contemplado en los rasgos que caracterizan el concepto de formación –incorporado en el apartado teórico del artículo– y en concordancia con Barbier (1993), citado en Moreno Bayardo (2002, p. 37)

No solo en términos de facilitar la apropiación del saber, lo cual podría relacionarse con la enseñanza, o de propiciar el desarrollo de competencia para la investigación, lo cual se identificaría con la profesionalización; sino con la función mediadora que consiste en dinamizar el proceso de transformación de la persona en términos de evolución de sus potencialidades –identificable con la expresión usada por Barbier– como “transformación de capacidades”, el cual involucra también los fines asignados a la enseñanza (apropiación del saber) y a la profesionalización (desarrollo de competencia).

Por otra parte, hablar de formación para la investigación, permite notar lo dicho por Ferry

Formar requiere de los formadores, un estilo de intervención muy diferente al de intervención enseñante tradicional. Es decir, trabajo de motivación, de facilidades para la elaboración y realización de proyectos, ya sea por medio de tutoría o en grupos de trabajo (1991, p. 75).

Estrategia de formación para la investigación

Sánchez Puentes (1987, p. 31), citado por Moreno (2002, pp. 38-39), introduce el término de estrategia como un acto científico por el cual se genera conocimiento, acto inédito en cada investigación en particular, por consiguiente, el quehacer científico es un proceso, una operación que busca eficacia y está estructurado por un principio –en cuanto que, para el logro de su objetivo, escoge los mejores caminos y selecciona los medios más adecuados–; asimismo, manifiesta metafóricamente que el profesor investigador es un estratega cuando es hábil y diestro en la producción de todo el proceso de generación de conocimiento.

Moreno Bayardo (2002) recupera de Sánchez Puentes (1987) al señalar que cada proceso de generación de conocimiento es único, aunque comparten algunos elementos comunes que pretenden el mismo fin; de ahí, que al investigador le corresponde, por tanto, la construcción de la vía que considere más adecuada para lograr su objetivo. Así, la estrategia se ve como un acto no aislado, ya que diseñar una estrategia supone visualizar todo el proceso de generación de conocimiento en un caso particular e identifica acciones que, de forma sucesiva o recurrente, se constituyen en maneras concretas de ir avanzando en la consecución de los objetivos (2002, p. 39). De este modo, la autora llega al concepto de estrategia:

como el análisis de posibilidades en la elección e incorporación de los medios que permiten alcanzar un fin de la mejor manera posible y actuar en respuesta a cada situación particular, teniendo como base la serie de circunstancias en que ésta tiene lugar (2002, p. 39).

La estrategia supone una serie de opciones que conllevan a alcanzar un objetivo, el cual implica toma de decisiones y una respuesta creativa y eficaz; por consiguiente, Moreno Bayardo (2002, p. 41) subraya la relevancia de hablar de estrategia en la generación de conocimiento, pero también de estrategias de formación para la investigación incorporadas en un programa cuyo proceso pretenda hacer que los participantes consigan una consistente formación que incorpore habilidades, hábitos, actitudes, valores, experiencias de aprendizaje y estilos de asesoría de los formadores. Finalmente, la estrategia de formación para la investigación así conceptualizada, no es solo la elección de tipo didáctico o curricular, se enmarca en las dimensiones epistémica, metodológica, sociológica y filosófica de la práctica misma de investigar.

Habilidades investigativas

Capacidad, aptitud, competencia, destreza y habilidad son términos que tienden a ser confusos ya que generalmente se les considera sinónimos; en ese sentido, Moreno Bayardo realiza la distinción y argumenta que hay vinculación estrecha entre ellos, más no una identidad:

La aptitud es una disposición innata, es un potencial natural con el que cuenta la persona, puede ponerlo en acción, puede ejercitarlo y dinamizarlo con la finalidad de propiciar su evolución, todo en conjunto se convierte en una habilidad, cuando esto sucede de manera gradual –que va de un nivel mínimo a uno óptimo– da como resultado el de desarrollo de habilidades, que al alcanzar su tendencia hacia lo óptimo

se transforma en una habilidad que ha adquirido un cierto nivel de competencia y en un momento dado destreza, así las destrezas serán aquellas habilidades que la persona ha desarrollado con alto nivel de competencia, ahora bien, no necesariamente se debe llegar a nivel de destreza para determinar el desarrollo de la habilidad determinada, esta última se obtiene por la dinamización progresiva (consecuencia de la experiencia, la ejercitación y el aprendizaje) mediante la cual se va accediendo a mayores niveles en cuestión (2002, pp. 41-42).

Las habilidades son educables ya que consiguen evolucionar hacia mejores desempeños, eso les da un carácter de estabilidad; aplican y comparten a múltiples situaciones que son de la misma naturaleza; de ahí que las habilidades desarrolladas por un sujeto pueden internalizarse parcialmente como hábitos que configuran una forma peculiar de realizar o resolver problemas en áreas de una actividad determinada. En ese sentido, Moreno Bayardo (2002, p. 43) conceptualiza a las habilidades como un constructo que se asocia a la realización de determinadas acciones que un sujeto puede ejecutar, o se reducen a las acciones mismas. La autora incorpora una serie de habilidades, por ejemplo, para argumentar lógicamente, para expresar con orden las ideas, para pensar relacionadamente, para simbolizar situaciones, para realizar síntesis y para problematizar.

En consecuencia, las habilidades investigativas son las que ha desarrollado una persona que lleva a cabo investigación. Se trata de habilidades asociadas a los procesos de generación del conocimiento cuyo desarrollo potencia la formación de investigadores en formación o en funciones para que puedan realizar investigación de buena calidad.

En situaciones educativas intencionadas Moreno Bayardo (2002) espera que determinadas actividades o experiencias de aprendizaje contribuyan al desarrollo de ciertas habilidades, independientemente de la naturaleza de los programas educativos. Si bien, algunos programas ya las tienen incorporadas en su malla curricular, estas se encuentran desvinculadas. De cualquier manera, en un proceso formativo de esta naturaleza se pueden incorporar, en tanto las academias sean conscientes de lo que significa formarse y formar para la investigación.

Maestría en Administración en Gestión y Desarrollo de la Educación

La Maestría en Administración en Gestión y Desarrollo de la Educación (MAGDE) se imparte en la Escuela Superior de Comercio y Administración, Unidad Santo Tomás del Instituto Politécnico Nacional (IPN), institución de educación superior en México. En 2018 MAGDE se convierte en una propuesta educativa de excelencia al incorporarse al Padrón Nacional de Posgrados de

Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

La Maestría cuenta con una malla curricular compuesta por una serie de cursos tanto obligatorios como optativos ubicados en dos Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) (IPN, s/f).

LGAC 1. Liderazgo de gestión y formación de directivos para el desarrollo institucional en las sociedades del conocimiento.
Objetivo general de la línea: Desarrollar estudios y proyectos enfocados a los procesos de gestión y formación de directivos y líderes a partir del autoconocimiento, de las relaciones interpersonales e intergrupales en el contexto de las instituciones y organizaciones educativas.

LGAC 2. Modelos educativos e innovación en las sociedades del conocimiento.

Objetivo general de la línea: Generar investigaciones sobre los sistemas y ambientes educativos en torno a su calidad, pertinencia, equidad y capacidad de innovación para su diseño, gestión y evaluación.

En 2015 inició el Seminario Taller de Formación en y para la Investigación Educativa (STFIE-IPN) con egresados, estudiantes, académicos e investigadores de MAGDE (figuras 1 y 2). Como parte del proceso formativo se realizaron actividades de las cuales en 2018 participó en la organización de un congreso internacional, en 2019 obtuvo el registro como Diplomado (tabla 1) en la Coordinación General de Formación e Innovación Educativa (CGFIE), ahora Dirección de Formación e Innovación Educativa (DFIE), y en la Dirección de Educación Superior del IPN (figura 3).

• **Figura 1. Fotografías de STFIE-IPN**

• **Figura. Una tarde de trabajo del STFIE-IPN en MAGDE. Derivado del colectivo de investigación.**



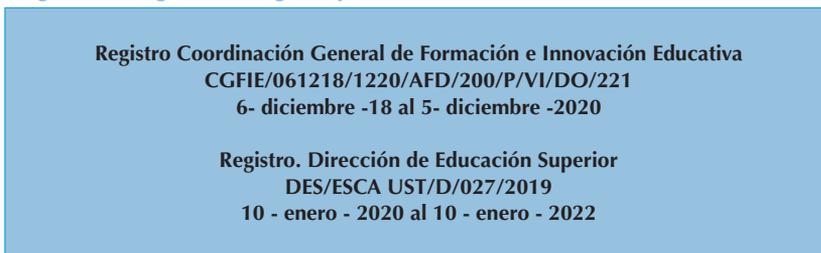
- Figura 2. STFIE-IPN
- Figura. Sesiones de trabajo del colectivo de investigación.



•Tabla 1. Módulos del Diplomado para la Investigación Educativa

1	Integración del Colectivo y Fundamentos de la Investigación
2	Lógicas, Métodos y Metodologías
3	Diseño, Proyecto y Objeto de Conocimiento
4	Componentes de Metodologías de Investigación
5	Sistematización y Tratamiento de la Información
6	Elaboración del Análisis e Informe Final
7	Difusión de la Investigación
Nota. Contenido elaborado por el colectivo de investigación STFIE-IPN.	

•Figura 3. Registro otorgado por el Instituto Politécnico Nacional



Fuente. Derivado de los oficios emitidos por las dependencias politécnicas.

Método

Es un trabajo cualitativo bajo el método de investigación acción en función de que se reconoce al sujeto con manifestaciones propias como sus pasiones, sentimientos, emociones y pensamientos que varían respecto al contexto donde se desarrolla (Mardones y Ursúa, 2003; Sánchez Gamboa, 1998).

Se basa en la lógica crítico-dialéctica debido a que dichas manifestaciones parten de un sustento histórico, testimonial y argumentativo que lleva a los participantes a tomar conciencia de la trascendencia y necesidad de transformar su pensar y su hacer personal, familiar, laboral, profesional y social.

Los actores clave fueron exalumnos, estudiantes, catedráticos y expertos en formación de investigadores de MAGDE, en total nueve docentes: cuatro de educación básica (uno de primaria, tres de secundaria), dos de educación media, uno de educación superior y dos investigadores de posgrado. Sus edades oscilan entre 30 y 60 años. La experiencia de algunos de ellos, además de la docencia, incluye la gestión directiva.

Levantamiento de información

El levantamiento de información se realizó con un cuestionario abierto (figura 4) a través de una entrevista dirigida. Con la entrevista se interiorizó en las experiencias, interacciones e inferencias del colectivo de investigación como parte de su proceso formativo en relación con las dimensiones epistémica, ontológica, teleológica y prospectiva (tabla 2) (Badillo, 2021).

•Figura 4. Cuestionario abierto

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SEMINARIO TALLER DE FORMACION EN INVESTIGACIÓN EDUCATIVA
Evaluación Formativa (Metacognición)

octubre/2019

Investigador(a): _____

El contenido modular del STFIE, consta de siete módulos que se han desarrollado en el lapso de, aproximadamente, cinco años; si bien hace cerca de año y medio se efectuó un ejercicio de evaluación formativa, ahora se plantea evaluar en la etapa de conclusión de los contenidos modulares.

Si bien, es el mismo instrumento, ahora se podrá efectuar el planteamiento de Gilles Ferry, pasar de la pedagogía de proceso a la pedagogía del análisis, esto es, ¿qué nos ha dejado como aprendizaje, como planteamiento formativo en el campo de la investigación educativa, el esfuerzo y los estudios desplegados a través de una interacción grupal dialógica?

Aclarando, que no es una evaluación sumativa, ni punitiva, muchos menos de exclusión, al contrario, con la intención de reconocer conscientemente nuestros avances y sobre todo aquello que es necesario identificar como cuestiones a mejorar en la travesía de investigación.

Posteriormente, se realizará una sistematización de las respuestas y su análisis heurístico y reflexivo.

Con respecto a la construcción epistemológica:

Comente sobre los hallazgos, las aportaciones, que le ha permitido construir las referencias consultadas, como conocimiento en relación a la metodología de investigación.

¿Qué aspectos de los temas desarrollados le han generado dudas, inquietudes o dificultades epistémicas?

¿Qué aportaría al contenido temático de los dos Módulos desarrollados o quitaría de ellos?

Se ha considerado como propósito una dimensión ontológica, y en relación a ello:

¿Cómo se concibe ahora como investigador (a) después de las sesiones desarrolladas en el Seminario?

¿Qué es pensar como investigador (a)?

¿Cuáles debilidades y fortalezas investigativas han descubierto en usted?

¿Qué ha descubierto sobre la naturaleza de la investigación educativa, a través de las lecturas y el diálogo grupal?

En relación con la dimensión axiológica de la investigación y el ser investigador (a):

Para usted, ¿qué valores y/o virtudes exige el ser investigador educativo?

¿Cuál es el sentido ético de ser investigador (a)?

¿Qué retos o fines le ha generado el Seminario en relación con:

Su persona:

Su tarea educativa cotidiana:

A la formación para la investigación educativa:

¿Qué sentido tiene el realizar procesos de investigación educativa?

Prospectiva

¿Cómo se considera estar o ser dentro de cinco años, en relación con su labor profesional y el campo de la investigación educativa?

Proceso formativo

¿Qué opina del horario?

¿Qué observaciones críticas o sugeriría tendría para la mejor organización y desarrollo de las sesiones, así como del acompañamiento formativo implementado hasta ahora?

Referencia

Álvarez, M. (2001). *Evaluar para conocer, examinar para excluir*. España: Editorial Morata

Fuente. Propuesta de Raúl Vargas Segura integrante del STFIE-IPN citado en Badillo, 2021.

•Tabla 2. Dimensiones

DIMENSIÓN	PROPÓSITOS
Dimensión Epistemológica	Conocer y practicar los elementos teóricos-metodológicos de la investigación educativa para sustentar propuestas de mejora.
Dimensión Ontológica	Constituir un espacio grupal con una intención humanista y formativa donde se recreen y potencien las cualidades del ser, como el sentido de historicidad, las habilidades cognitivas superiores y la comprensión de sí mismo, de cada uno y uno de las y los integrantes del Seminario.
Dimensión Axiológica	Experienciar un proceso formativo sustentado para promover valores como el respeto y la confianza, así como virtudes y actitudes de colaboración, solidaridad, sentido de intercambio de saberes y planteamientos formativos, todo ello basado en una ética de respeto entre pares.
Dimensión Teleológica	Reconocer como uno de los propósitos el desarrollo del proyecto de vida de cada uno como esencial de los fines del proyecto grupal en el campo de la formación y autoformación en una pedagogía crítica.
Dimensión Prospectiva	Implementar asesorías con un sentido de acompañamiento formativo que trascienda a una transformación de la práctica de la gestión, la asesoría y la docencia.

Nota. En la tabla se exponen los propósitos de cada una de las dimensiones. Derivada de las sesiones del colectivo de investigación STFIE-IPN.

La sistematización de la información se realizó mediante un proceso de análisis heurístico que consiste en la indagación y el descubrimiento reflexivo para llegar al conocimiento nuevo.

Para el tratamiento se ocuparon cuadros de análisis por dimensión, en ellos se incorporaron los ejes, las preguntas y respuestas. Debido a la cantidad de cuadros, en este artículo solo se muestran, a manera de ejemplo, las tablas 3 y 4 que concentran el análisis de una de las dimensiones.

•Tabla 3. Cuadro de análisis Elaboró: JGM Fecha: 17/3/2019
¿Cuál es el sentido ético de ser investigador (a)?

EJES DE ANÁLISIS	ACONTECIMIENTO	BLOQUE	NUOVA CATEGORÍA	OBSERVACIONES
Ética Profesional	Que desarrolle su función y sus conocimientos en beneficio de la humanidad (del bien común). Que no mienta y no actúe en función de intereses económicos, productivistas o con prácticas indebidas como: el plagio y/o la simulación.	Que no mienta no actúe en función de intereses económicos, productivistas o con prácticas indebidas	Sin Categoría Nueva	Sin Observaciones

EJES DE ANÁLISIS	ACONTECIMIENTO	BLOQUE	NUEVA CATEGORÍA	OBSERVACIONES
Ética Profesional	Se refiere a que el investigador debe de tener valores y sentido crítico.	Tener valores y sentido crítico	Sin Categoría Nueva	Sin Observaciones
	El investigador, sin duda, se debe a su esfuerzo y dedicación, sin perder de vista que la base institucional sobre la cual nos estamos formando representa fielmente a nuestra sociedad a la cual también debemos una buena parte de lo que tenemos, por lo cual estamos obligados a corresponder con claridad y sin trampas o simulaciones.	Estamos obligados a corresponder con claridad y sin trampas o simulaciones.		
	Actuar en función de conocer los fenómenos presentes en la vida diaria para propiciar un cambio en beneficio de todos. Por ello, ser congruente con lo que piensa, siente, dice y actúa.	Ser congruente con lo que piensa, siente, dice y actúa.		
	<i>La esencia del proceso que lleva a cabo el investigador es obtener información relevante que facilite la obtención de los resultados fidedignos los cuales brinden objetividad a la investigación, teniendo presente el respeto y defensa de la verdad por sobre todas las cosas, sin realizar conclusiones prejuiciosas y manipuladas, con criterio propio, honestidad en las reflexiones, imparcialidad, equidad y responsabilidad en todos los ámbitos: social, política, jurídico y ético; además, de contar con una mente abierta a la crítica del problema analizado.</i>	<i>Obtención de los resultados fidedignos los cuales brinden objetividad a la investigación. Sin realizar conclusiones prejuiciosas y manipuladas, con criterio propio.</i> <i>Honestidad en las reflexiones, imparcialidad, equidad y responsabilidad en todos los ámbitos.</i> <i>Contar con una mente abierta a la crítica del problema analizado.</i>		

Nota. Propuesta de Raúl Vargas Segura, integrante del STFIE-IPN citado en Badillo, 2021.

•Tabla 4. Cuadro de análisis Elaboró: MBG Fecha: 31/03/2019

¿Qué ha descubierto sobre la naturaleza de la investigación educativa a través de las lecturas y el diálogo grupal?

EJES DE ANÁLISIS	ACONTECIMIENTO	BLOQUE	NUEVA CATEGORÍA	OBSERVACIONES
Subjetividad en la investigación cualitativa	He descubierto que debido a las características de la investigación educativa (cualitativa) y a que se toma en cuenta diferentes puntos de vista, experiencias e intereses, se vuelve subjetiva la perspectiva y se hace más compleja la solución, debido a los diversos factores que convergen. Me ha costado trabajo pues casi siempre he sido más objetivo.		Investigación cualitativa Subjetividad en la investigación	
Formación para investigación	Que existen diferentes lógicas de investigación, diferentes metodologías y enfoques, por lo que tenemos que tener una postura bien definida en nuestras investigaciones.		Metodologías Enfoques Postura investigativa	
Acompañamiento en la formación para la investigación	En definitiva he descubierto que la investigación por sí misma es compleja y de manera particular la investigación educativa para nada es tarea fácil; sin embargo, he sido testigo de que el acompañamiento y los equipos de los trabajos representan una herramienta efectiva en la formación del investigador.		Complejidad en la investigación Acompañamiento formativo en investigación	
Instrumentos para investigaciones cualitativas Metodologías	Hacer investigación educativa es reconocer que se trabaja con personas que tienen una historia de vida, por la influencia de sus prácticas sociales que se desarrollan en ambientes socioculturales específicos y que por ello su estudio va más allá de datos o muestras estadísticas. En tanto, comprender su actuación y pensamiento en función de conocer sus elementos internos-ocultos que no se perciben fácilmente, sino que a través de establecer una relación investigador-sujeto de estudio, insertarse en su medio natural e interpretar su comportamiento al reconocer que son seres únicos y mejor aún diseñar propuestas de acción, es sin duda hablar de investigación en el ámbito educativo. En este sentido, poner énfasis en que las investigaciones a realizarse ofrezcan un aporte en la acción, propiciando con ello un cambio en la comunidad educativa, es decir, que se ofrezca un proceso cognitivo-transformador.	Estudios que van más allá de datos estadísticos	Historias de vida Prácticas sociales Investigación en la acción	
Enfoques metodológicos	Que existen diferentes enfoques metodológicos para llevar a cabo una investigación, de igual manera, las lecturas me han permitido conocer las diferentes corrientes filosóficas, la historia y los fundamentos que se han planteado para comprender los aspectos internos del ser humano y su quehacer dentro del universo que el que vivimos y nos desarrollamos.	Las lecturas me han permitido conocer las diferentes corrientes filosóficas, la historia y los fundamentos	Enfoques metodológicos Posicionamiento teórico	

Fuente. Propuesta de Raúl Vargas Segura, integrante del STFIE-IPN citado en Badillo, 2021.

Proceso, análisis e interpretación

Fue un tratamiento cualitativo de cada una de las preguntas de acuerdo con los ejes de análisis previamente determinados en los cuadros (tablas 3 y 4) (Knobel y Lankshear, 2005) después se efectuó un trabajo reflexivo en interacción dialógica entre el colectivo de investigación STFIE-IPN, con ello se interioriza en los aprendizajes obtenidos en el Seminario Taller de Formación en y para la Investigación Educativa.

Ejes, preguntas y respuestas

A) Primer bloque

Preguntas

¿Qué ha descubierto sobre la naturaleza de la investigación educativa, a través de las lecturas y el diálogo grupal?

¿Qué es pensar como investigador?

¿Cuáles debilidades y fortalezas investigativas han descubierto en usted?

Ejes

Formación e Instrumentos para investigaciones cualitativas, Acompañamiento en la formación para la investigación y Enfoques metodológicos.

Respuestas

Se presentan las respuestas literales de los entrevistado con la intención de recuperar sus dichos tal y como lo vivieron y sintieron, dichas respuestas están en correspondencia a los ejes de análisis.

- Que existen diferentes lógicas de investigación, diferentes metodologías y enfoques, por lo que tenemos que tener una postura bien definida en nuestras investigaciones.
- En definitiva, he descubierto que la investigación por sí misma es compleja y de manera particular la investigación educativa para nada es tarea fácil; sin embargo, he sido testigo de que el acompañamiento y los equipos de los trabajos representan una herramienta efectiva en la formación del investigador.
- Hacer investigación educativa es reconocer que se trabaja con personas que tienen una historia de vida, por la influencia de sus prácticas sociales que se desarrollan en ambientes socioculturales específicos y que, por ello, su estudio va más allá de datos o muestras estadísticas.
- No he considerado como propósito una dimensión ontológica, pero considero que voy lentamente comprendiendo lo que hay, la naturaleza del ser, la existencia y la realidad, a través de las lecturas del seminario, dándome cuenta que aún no me considero un investigador, debido al gran acervo bibliográfico que existe en las diferentes lógicas de investigación.

Derivado del trabajo reflexivo el colectivo de investigación se redescubre como docente y reconoce la necesidad de tener una mirada investigativa en su hacer el aula, acepta que la investigación es el camino que le permite develar su entorno con un pensamiento crítico, se da cuenta que su formación en investigación es bajo un enfoque reduccionista que no lo deja reconocer y reconocerse en su realidad tal como es, en ese sentido, acepta que carece de conocimientos en el campo de la investigación, que desconoce los elementos teóricos y metodológicos. Cree en la necesidad de contar con espacios grupales con interacción humana y formativa en la que se potencie las cualidades del ser, el sentido de historicidad, las habilidades cognitivas superiores y la comprensión de sí mismo.

Aprendizaje obtenido

El colectivo en proceso de formación tuvo que aceptar sus carencias investigativas, en ese sentido, reconocieron:

- Haber adquirido un posicionamiento metodológico y con ello identificaron las diversas posturas del proceso de investigación.
- Que los estudios van más allá de los datos estadísticos, se amplía el panorama de análisis.
- Que investigar es complejo y, por lo mismo, se necesita el acompañamiento de un formador de investigadores.
- Que formarse no se realiza en solitario, es trabajo en equipo.
- Que el aprendizaje lo propician todos los integrantes, es un trabajo colegiado.
- La necesidad de posicionarse teóricamente, lo que implica conocer las diferentes corrientes: filosóficas, históricas y del pensamiento inductivo y deductivo.
- Comprender la naturaleza del ser, la existencia y la realidad a través de las lecturas y dialogo heurístico realizado en el Seminario.
- Las diferencias entre lógicas y enfoques de investigación, métodos y metodologías

B) Segundo bloque

Preguntas

¿Cuál es el sentido ético de ser investigador(a)?

¿Qué valores y/o virtudes exige el ser investigador educativo?

¿Cuál es su tarea educativa cotidiana?

Ejes

Ética Profesional, Responsabilidad ética, Práctica investigativa, Conocimiento adquirido, Investigación-transformación, Actuar-reflexionar-actuar, Compartir las experiencias y lo aprendido.

Respuestas

Se presentan las respuestas literales de los entrevistados con la intención de recuperar sus dichos tal y como lo vivieron y sintieron, dichas respuestas están en correspondencia con los ejes de análisis.

- Que desarrolle su función y sus conocimientos en beneficio de la humanidad (del bien común).
- Que no mienta y no actúe en función de intereses económicos, productivistas o con prácticas indebidas como el plagio y la simulación.
- La responsabilidad y la ética son dos ejes primordiales para concebirte como investigador educativo, teniendo como base la conciencia sobre la pertinencia social de tu práctica y colaboración educativa.
- Todo investigador debe conducirse con honestidad a la hora de investigar.

El proceder del docente investigador debe ser bajo los valores de respeto y confianza, así como virtudes y actitudes de colaboración, solidaridad, sentido de intercambio de saberes y planteamientos formativos, todo ello basado en una ética de respeto entre pares, con sus estudiantes, con las autoridades, con su familia y con la sociedad.

Aprendizaje obtenido

El colectivo en proceso de formación tuvo que aceptar sus carencias investigativas, en ese sentido, reconocieron:

- No mentir, no actuar en función de intereses económicos, productivos o prácticas indebidas.
- Tener sentido crítico.
- Corresponder con claridad y sin trampas o simulaciones.
- Ser congruente con lo que se piensa, siente, dice y actúa.
- Obtener resultados fidedignos los cuales brinden objetividad en la investigación.
- No ser prejuicioso a la hora de redactar las conclusiones.
- Contar con una mente abierta a la crítica del problema analizado.
- Actuar con pertinencia social de la práctica y colaboración educativa.
- Actuar con transparencia y honestidad.
- Actuar bajo normas, principios y valores morales.
- Aplicar lo aprendido en la práctica educativa.
- Trabajar en equipo, colegiado y en colectivo.
- Investigar en la acción, como elemento formativo.

- Cambiar la práctica docente al enfatiza, identificar el problema, indagar y tener un conocimiento profundo.
- Ampliar los horizontes para colaborar con investigadores institucionales, nacionales e internacionales.

Resultados

El docente investigador es el profesional comprometido con su trabajo, con el aprendizaje de sus estudiantes, con la relación de sus pares, con su entorno social en la solución de problemas. Es un sujeto que avanza en el dominio de las habilidades investigativas, es ético en su hacer educativo. Formarse para la investigación implica al docente como el principal responsable de su proceso. Un sujeto que se forma reconoce sus carencias investigativas y se ocupa de ellas.

En función de lo anterior, se presentan los resultados que el colectivo de investigación obtuvo en cinco años de trabajo formativo en el Seminario Taller de Formación en y para la Investigación Educativa en relación con las dimensiones epistémica, ontológica, axiológica, teleológica y prospectiva.

- Dimensiones epistémica, ontológica y teleológica

El colectivo de investigación se redescubre como docente y reconoce la necesidad de tener una mirada investigativa en su hacer en el aula.

Acepta que la investigación es el camino que le permite develar su entorno con un pensamiento crítico, favoreciendo sus habilidades de percepción.

Cree en la necesidad de contar con espacios grupales con interacción humana y formativa en la que se potencie las cualidades del ser, el sentido de historicidad, las habilidades cognitivas superiores y la comprensión de sí mismo.

- Dimensión axiológica

El proceder del docente investigador se considera debe ser bajo los valores de respeto y confianza, así como virtudes y actitudes de colaboración, solidaridad, sentido de intercambio de saberes y planteamientos formativos, todo ello basado en una ética de respeto entre pares, con sus estudiantes, con las autoridades, con su familia y con la sociedad.

- Dimensión prospectiva

En el proceso de formación se reconoce a la asesoría con un sentido de acompañamiento formativo que trascienda a una transformación de la práctica de la gestión y la docencia.

Se da cuenta que su formación en investigación se ha dado bajo un enfoque reduccionista que no lo deja reconocer y reconocerse en su realidad tal como es. Acepta que carece de conocimientos en el campo de la investigación, por lo que aprende habilidades investigativas como la percepción, instrumentales

(*software*, diseñar instrumentos y aplicarlos), de pensamiento, de construcción conceptual, de construcción metodológica, de construcción social del conocimiento y metacognitivas.

Conclusiones

Las actividades del Seminario Taller de Formación en y para la Investigación Educativa tuvieron como intencionalidad formativa un sentido diferenciado, a un ritmo y camino propio para gestar, asumir y participar en los diversos procesos en los que el participante se encontraba involucrado.

Fue un espacio de encuentro y desencuentro, es decir, los integrantes al enfrentarse con sus paradigmas previos muchas veces se confrontaban con el colectivo y consigo mismos, lo que los obligaba a retirarse de Seminario, regresaban en el momento que consideraban debían hacerlo. Las puertas siempre estuvieron abiertas, no se les cuestionaba nada, se tenía la convicción de que las rupturas eran personales y se sabía que el acompañamiento formativo estaba siempre presente.

El proceso de formación en y para investigación educativa fue una experiencia colegiada que transformó a los involucrados en su hacer en investigación, por lo tanto, cambio su ser y sentir docente.

Fue una experiencia que duro cinco años se concluye:

- Con la construcción de los saberes adquiridos derivados de la interacción de los integrantes del STFIE-IPN como parte de su proceso formativo que coadyuvó para que se comprendieran las dimensiones epistémica, ontológica, axiológica, teleológica y prospectiva.
- Con el reconocimiento propio y externo del colectivo de investigación.
- Con un posicionamiento metodológico que los llevó a comprender el conocimiento en las lógicas, método, metodologías, tratamiento y análisis de la información.
- Con el aprendizaje de las habilidades investigativas requeridas para su hacer docente y de gestión.
- Con el reconocimiento de la importancia de la autoevaluación con una tendencia a mejorar en el proceso de investigación, y como una práctica de evaluación formativa.
- Con el fomento a la participación en eventos académicos (foros, encuentros y congresos) para que se socialice el conocimiento derivado de los proyectos de investigación.
- Con la promoción de la lectura y escritura como un incentivo para la publicación de artículos científicos.
- Con el estímulo e invitación a los integrantes del STFIE-IPN para que concluyan sus proyectos de tesis y obtengan sus grados académicos correspondientes.

Fue una experiencia que quedó plasmada en una propuesta didáctica alternativa con registro oficial por parte del IPN para replicarse en otro momento, y si bien no soluciona la discusión con respecto a los paradigmas en investigación, sí es una gran experiencia para los docentes que deseen formarse para la investigación.

Se declara que la obra que se presenta es original, no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación, así también que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

• Referencias

- Angulo, M. N. (2017). *Glosario de la docencia en la sociedad del conocimiento*. México: IPN.
- Arredondo, M. (1989). Los procesos de formación y conformación de los agentes de la investigación educativa. *Cuadernos del CESU*. México: UNAM, Núm. 13, p. 25.
- Badillo, G. M. (2021). Investigación en la acción: propuesta de formación alternativa. *Mercados y Negocios*, (44), 67-94 (2594-0163 línea, 1665-7039 impreso). <https://doi.org/10.32870/myn.v0i44.7643>
- Barbier, J. M. (1993). *La evaluación en los procesos de formación*. Barcelona España: Paidós.
- Díaz Barriga, F. y Rigo M. A. (2000). Formación docente y educación basada en competencias. En Valle Flores, María de los Ángeles (coordinadora). *Formación en competencia y certificación profesional*. México: CESU-UNAM. Pensamiento universitario, publicación independiente de periodicidad anual. Tercera época, Núm. 91, p. 87.
- Ducoing, P. et al. (1988). La formación en investigación en el Colegio de Pedagogía. Un análisis metodológico en la perspectiva del plan de estudio. *Cuadernos del CESU*. México: UNAM, Núm. 9, p. 23.
- Ferry, G. (1991). *El trayecto de la formación. Los enseñantes entre la teoría y la práctica*. México: UNAM, ENEP-1, Paidós.
- Filloux, J. C. (1991). Consideraciones sobre la investigación en educación. *Cuadernos del CESU*. México: UNAM, Núm. 25, p. 34.
- Heller, Á. (1977). *Sociología de la vida cotidiana*. J. F. Yvars y E. Pérez Nadal (trads.). Barcelona: Península.
- IPN (s/f). LGAC-SEPI. ESCASTO-Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de <https://www.sepi.escasto.ipn.mx/oferta-educativa/magde/programa-academico/lgac.html>
- Ipola, E. de y Castells, M. (1975). *Metodología y epistemología*. Madrid, España: Editorial Ayuso.
- Knobel, M. y Lankshear, C. (2005). *Maneras de ver el análisis de datos en investigación Cualitativa*. México: Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación (IMCED).
- Luhmann, N. y Schorr, K. E. (1993). *El sistema educativo (problemas de reflexión)*. México: Universidad de Guadalajara-Universidad Iberoamericana-ITESO.

- Mardones, J. M. y Ursúa, N. (2003). *Filosofía de las ciencias humanas y sociales*. México: Ediciones Coyoacán.
- Moreno Bayardo, M. G. (2002). *Formación para la investigación centrada en el desarrollo de habilidades*. México: Universidad de Guadalajara.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). Declaración de Incheon y marco de acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4. USA: ONU. Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa
- Pasillas-Valdez, M. Á. (1992). Pedagogía, educación, formación. Revista *Multidisciplin@* de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Recuperado de: <http://www.acatlan.unam.mx/repositorio/general/Multidisciplina/Segunda-Epoca/multi-1992-02-11.pdf>
- Reyes Esparza, R. (1993). La investigación y la formación en las escuelas normales. *Cero en conducta*. México. Año 8, núm. 33/34, mayo, pp. 76-78.
- Rodríguez, G., Gil, F. y García, J. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Rojas Soriano, R. (1992). *Formación de investigadores educativos. Una propuesta de investigación*. México: Plaza y Valdez.
- Sánchez Gamboa, S. A. (1998). *Fundamentos para la investigación educativa: Presupuestos epistemológicos que orientan al investigador*. Colombia: Magisterio de Educación.
- Sánchez Puentes, R. (1987). El caso de la enseñanza de la investigación histórico-social en el CCH. *Cuadernos del CESU*, México: UNAM, Núm. 6, p. 31 y 56.
- (1995). *Enseñar a investigar. Una didáctica nueva de la investigación en ciencias sociales y humanidades*. México: UNAM, ANUIES.
- Vargas Segura, R. (2015). Acompañamiento formativo: Una estrategia para la formación en investigación educativa de directivos, docentes y asesores de educación básica y superior. Revista *entreideias: educação, cultura e sociedade*, v. 4, n. 1, p. 35-49, Bahía, Brasil: UFBA. ISSN: 2317-121.

Pre-service English language teachers' emotional needs during practicum

Mariza Guadalupe Méndez López
Universidad Veracruzana

Abstract

This article presents the results of a case study that aimed to develop an understanding of the emotional needs expressed by pre-service ELT teachers in their accounts of their teaching practicum. Data was collected from the teachers' accounts of their practicum and interviews. The results show that pre-service teachers' low self-concept, low proficiency level, and lack of vocation were unmasked by the negative emotions they experienced during their practicum period. The need for language teaching programs to include emotional support strategies for pre-service teachers during practicum is also revealed. It is paramount to help pre-service teachers develop and shape their teaching identity through reflection. Providing an opportunity for pre-service teachers to reflect on their emotions and unmask their emotional needs can help supervisors provide them with appropriate emotional support.

Keywords

English language teaching, pre-service teachers, emotions

Necesidades emocionales de futuros profesores de inglés durante su práctica docente

Resumen

Este artículo presenta los resultados de un estudio de caso cuyo objetivo fue conocer las necesidades emocionales reveladas por futuros profesores de lenguas durante su práctica docente. La recolección de datos fue realizada a través de bitácoras de enseñanza y entrevistas. Los resultados revelaron que un bajo auto-concepto, un nivel bajo de inglés y la falta de vocación para la enseñanza fueron evidenciados a través de las emociones negativas expresadas por los participantes durante su práctica docente. Estos resultados revelan la necesidad de que los programas de licenciatura incluyan estrategias emocionales de apoyo para los profesores en formación. Es primordial ayudar a los futuros profesores a desarrollar y moldear su identidad docente a través de la reflexión. Brindar una oportunidad para que los profesores en formación reflexionen sobre sus emociones y desenmascaren sus necesidades emocionales puede ayudar a los supervisores a brindarles el apoyo emocional adecuado.

Palabras clave

Emociones, enseñanza del inglés, profesores en formación

Recibido: 27/03/2020

Aceptado: 05/03/2021

Introduction

Teaching is a profession requiring a high level of emotional commitment that evokes an array of emotions not only in teachers but also in learners (Dewaele, 2011). Various studies have reported the variety of positive and negative emotions undergone by teachers in the exercise of their profession (Cowie 2011, Méndez López, 2016).

Quality teacher education has been a perennial issue in the field of English language teaching (ELT). Teaching a foreign language entails *interaction with* a diverse set of people: students; colleagues; parents; and, the corresponding authorities. A variety of emotions emerge from these educational interactions, which are social constructions individually experienced by those involved in a particular context (Hargreaves, 2001; Meyer & Turner, 2006; Zembylas, 2005). As suggested by Linnenbrink-García & Pekrun (2011), emotions may affect cognitive performance, motivation and achievement and are, thus, an important factor in the language classroom because of their effects on language learning and teaching.

When learning a foreign language, learners across different contexts have reported feeling anxiety, fear, embarrassment, frustration, and low self-esteem, among other emotions (Garret & Young, 2009; Méndez López, 2011). Similarly, language teachers express feeling stress, frustration, anxiety, and fear, emotions which, in some cases, can lead to negative effects such as burn out or depression (Chang, 2013; Cowie 2011; Méndez López, 2017). Teaching involves an emotional duty not only to deal with our own emotions but also to manage the emotions of our learners. Thus, if teachers are not emotionally competent, their performance may affect their classroom environment and, consequently, lower the quality of the education they provide. As asserted by Gkonou and Miller (2017), "...managing the emotional texture of a classroom requires teachers to undertake intentional, strategic, and persistent emotional work" (p. 11).

The diverse range of emotions experienced by teachers has been explored in numerous studies (Sutton & Wheatley, 2003; Cowie 2011). It has been found that negative emotions might help teachers focus on specific aspects they need to improve, while positive emotions evoked by interactions with students help teachers remain motivated (Méndez López, 2020). Cowie (2011) found, in research conducted in a Japanese context, that intense negative emotions experienced in relationships with non-supportive colleagues could cause frustration and resentment, a conclusion also found in a study conducted with Mexican teachers by Méndez López (2016). Conversely, Gkonou and Miller (2017) reported that support and the exchange

of ideas among colleagues can “represent an important source of strength and positivity for their own professional well-being” (p.19).

Although studies on teachers' emotions have focused on experienced educators, a growing body of research is developing which focuses on the emotions pre-service teachers experience during training (Timostutsuk & Ugaste, 2012; Nguyen 2014; Martínez Agudo & Azzaro, 2018). Arizmendi Tejada, Scholes Gillings & López Martínez (2016), Ocampo Martínez (2017), and Méndez López (2020) have undertaken research in this area in the Mexican context.

The present article aims to contribute to this growing body of research by presenting the results of a case study that aimed to identify the emotional needs expressed by pre-service English language teachers in their accounts of their teaching experience during practicum. As asserted by Nguyen (2014), “[t]here need to be more studies in this area conducted in different settings so that the field's research base is enriched and findings across contexts can be compared and aggregated” (p. 64).

2.0 Pre-service teachers' emotions

Practicum is an “intrinsically highly emotional, complicated and contradictory” period for pre-service teachers since it affects their personal and professional development (Timostutsuk & Ugaste, 2012, p. 2). Various studies have reported that pre-service teachers experience both positive (enthusiasm, enjoyment, and satisfaction) and negative (disappointment, frustration, and anxiety) emotions while performing the different academic activities required by the teaching practicum process (Nguyen, 2014, 2018; Martínez Agudo & Azzaro, 2018; Méndez López, 2020; Timostutsuk & Ugaste, 2012).

Pre-service English language teachers are exposed, in their first teaching experiences, to real-life scenarios that may evoke both positive and negative emotions. At this stage, pre-service teachers are usually concerned with applying the knowledge learnt in previous years; however, the diverse demands on them can be daunting for most, which explains the diversity of emotions revealed in studies undertaken across educational contexts.

In most studies, the positive emotions reported by pre-service teachers emerge through their interactions with students. The display, by students, of a positive attitude in class correlates to interest in both classroom activities and academic progress (Martinez Agudo & Azzaro, 2018). Moreover, other sources of positive emotions come from pre-service teachers' development of a good relationship with students or instances when students show respect and trust in them (Ocampo Martínez, 2017).

Negative emotions during practicum have been reported to originate in the demands of the teaching profession, such as administrative duties and compliance with the norms of a school environment (Numrich, 1996). Furthermore, negative emotions have been reported to be aroused by the following: the perceived incongruence between theory and practice (Caires, Almeida & Martins, 2010); the contradictions confronted by pre-service teachers in some practicum settings (Nguyen, 2014); the feelings of a lack of proficiency for teaching (Keller *et al.*, 2014); the high expectations they have placed on their practicum experience and the shock of facing reality (Timostuk & Ugaste, 2012); feelings of disappointment in supervisors or mentors (Martinez Agudo & Azzaro, 2018); and, a feel of lack of teachers' vocation, in specific contexts (Méndez López, 2020).

In most studies reviewed for the purposes of the present study, pre-service teachers reported experiencing more negative than positive emotions during their practicum, due to some of the issues mentioned above. However, a study conducted in Finland found that pre-service teachers reported more positive than negative emotions, which may be due to the particular context, as the study was conducted in a country that values teachers highly and the participants were enrolled on a master's program in science education and had, thus, already completed an undergraduate degree. In contrast, practicum is usually carried out in the last year of an undergraduate degree in most contexts in countries where the teaching profession is not as highly valued, with pre-service teachers often enrolled in other courses and under great financial pressure while trying to finish their studies. On the other hand, Finnish pre-service teachers do not experience similar financial constraints, as they are funded by the state. Given that most pre-service teachers in contexts outside Finland are studying under such financial pressure, it is understandable that they would be prone to encounter more negative than positive emotions when faced with a real classroom for the first time.

The high number of negative experiences reported by pre-service teachers may be explained by their lack of confidence in their teaching competencies (Britzman, 2007). Another reason for the greater number of reported negative experiences may be the idealism manifested by pre-service teachers in the first stage of their teaching career (Furlong & Maynard, 1995), an idealism which often includes an ideal image of themselves, which can be frustrating if reality does not match their ideal. In addition, the wide-ranging demands of the profession can be difficult to face when also trying to put into practice theories, methods or strategies learnt in previous years, as teaching is not simply a question of implementing a learning theory, creating tasks and designing lesson plans.

For the reasons described above, pre-service teachers may be more susceptible to negative emotions that affect their teaching practice and, consequently, hinder their professional practice. In addition, facing new responsibilities, such as “heavy workload, stress and physical and anxiety symptoms” (Caires, Almeida & Martins, 2010, p. 17), may not only cause negative emotions but also unmask some of the pre-service teachers' emotional needs. As Soslau (2015) states, “the learning context for preservice teachers is inherently stressful, and therefore student-teachers will necessarily try to manage and satisfy a variety of emotional needs” (p. 6).

Previous studies in Mexico

Very few studies have addressed the emotions experienced by Mexican pre-service teachers during the final year of their degree, in which they have to complete a practicum period teaching students at different levels. Arizmendi Tejada, Scholes Gillings and López Martínez (2016) studied the use of regulation strategies by novice teachers when faced with negative emotions during their practicum. Via the use of observations and semi-structured interviews, the above-named scholars found that the novice teachers participating in their study used preventative and responsive emotional regulation strategies, such as selecting situations and modifying their emotional expression. Their results show that a lack of security and self-confidence led to the use of strategies to help them avoid feeling challenged or threatened. Moreover, participants in the above cited study made use of only two strategies to regulate their negative emotions, from which investigators concluded that teaching experience and training is necessary for teachers to be able to apply other strategies, such as emotional understanding or hiding emotions.

Ocampo Martínez (2017) identified both the emotions experienced by first-year English teachers and their causes, with the data collected via three semi-structured interviews conducted at different stages over a period of six months. Participants reported that their emotions originated in their interactions with students, administrative duties, and their lack of classroom management skills. The participants' accounts indicate that feelings of anger, frustration, and nervousness were due to interaction with students and administrative duties; however, their accounts also show that these same aspects made them feel joy, confidence, and motivation. Although novice teachers revealed that they experienced negative emotions because of their lack of classroom management skills, they evaluated these negative experiences positively, as they forced them to use strategies to overcome difficult situations or seek advice over a particular

classroom management issue. In addition, negative emotions felt in response to a specific event provoked reflection and a change in the teacher's attitudes, which had a beneficial effect on their teaching motivation.

Méndez López (2020) explored the factors to which pre-service teachers attributed the negative emotions they experienced during practicum. Her study aim was to understand pre-service teachers' emotions and their effects on their teaching practice. The study data was collected from classroom observations, reflection journals and semi-structured interviews. Participants in her study revealed that they had encountered both positive and negative emotions due to their students' behaviour and attitudes, their undeveloped teaching skills, and their beliefs about teaching and learning. The researcher concluded that, to support pre-service teachers' needs, an emotional component should be included during practicum to equip them better in the future.

Individual differences play a central role in the emotions experienced by pre-service teachers. Among those differences we can find personal values, previous learning experiences, cognitive appraisals of one's ability and beliefs (Pekrun, 2014). Self-beliefs, beliefs about oneself, are paramount to students' self-concepts. Pajares & Schunk (2005) define self-concept as a "self-description judgement that includes an evaluation of competence and the feelings of self-worth associated with the judgement in question" (p. 105). Thus, this self-evaluation about one's capacities or abilities is a paramount determinant of the emotions any student is going to experience since how students see themselves may affect their teaching practice. A study conducted in Japan provided evidence of the strong connection between novice teachers motivation to teach and their self-concept (Kumazawa, 2013). Kumazawa's study also revealed that teachers' self-concepts shifted during the study period which allowed them to be motivated to teach. Thus, this is an important finding that can inform supervisors to help pre-service teachers face negative emotions and difficult incidents during practicum to modify their self-evaluations as teachers, and consequently their teaching practice.

As revealed by the studies reviewed above, it is important to provide pre-service teachers with the appropriate assistance during the practicum stage in order to minimise the effects of negative emotions on their teaching practice. As has been suggested, the establishment of positive interpersonal relationships is regarded as beneficial for teachers' emotional well-being (Mercer, Oberdorfer & Saleem, 2016). This article presents the results of a case study examining the emotional needs revealed by pre-service teachers in the form of the negative emotions they reported experiencing during practicum.

The following research questions were explored:

1. What emotional needs do pre-service English language teachers express during their teaching practicum?
2. What situations or events generated these emotional needs?

3. Study design

Case study is a field study with no intervention from the researcher (Cohen, Manion & Morrison, 2011). Thus, a case study design was selected to explore the emotional needs expressed by pre-service language teachers during practicum. This qualitative approach was deemed the most suitable for the purpose of this research, as it was important to be able to identify and understand the needs student teachers expressed during their practicum. A central issue in case study is data gathering since researchers have to present a detailed description of a case (Fidel, 1984). Another important aspect is the selection of cases, I wanted to obtain an in-depth understanding of students' teachers emotional needs during practicum. As emotions are, most of the time, hidden due to cultural values, it was essential that those students expressing emotional needs were selected in order to understand the origin of such needs. Therefore, the three participants were selected based on their teaching accounts narratives to document the emotional needs of student teachers in this ELT programme (Patton, 1990).

3.0 Setting

The present study was conducted with students at an ELT programme in a public university located in the southeast of Mexico. Students accepted to the programme have to complete ten semesters in order to graduate. In the final year of the programme, student teachers are required to complete two practicum units, which aimed to prepare them to teach at different levels. This public university is located in a small capital city of a very touristic region. Students from different nearby rural towns and cities come to the capital city to study for the ELT programme. The programme is popular because most students consider it as one that can help them find a job in the Mayan Riviera.

The final three years of the programme emphasise student teaching skills development because of the programme focus. In order to provide students with spaces that resemble real life scenarios, those directing the programme have signed agreements with different institutions in which students undertake teaching

practice in these two semesters. Students are first given the opportunity to observe classes at different levels (preschool, primary, secondary, and high school) to familiarise themselves with the school environment, and are then required to give a class to a group under the supervision of its practicum teacher, who is tasked with evaluating the pre-service teachers' performance in different aspects, such as classroom management, discipline, language skills and materials used. This same class is observed by one of the pre-service teacher's peers in order to provide qualitative and quantitative feedback about her/his teaching performance. This stage is completed in the first four weeks of the semester in order to accustom the pre-service teachers to both observe and to being observed. After this initial process, they are immersed in their practicum for 12 weeks per unit, with each practicum unit involving teaching children, adolescents, or adults, in state educational institutions. These periods provide the pre-service teachers experience of teaching different ages and levels, which is beneficial for their future teaching careers.

3.1 Participants

Data presented in this study was collected during the second practicum unit of a group of fifteen pre-service teachers, eight female and seven male, aged between 20 and 23, who have already completed the first practicum unit previously. The present study was carried out with three participants: Ximena, Bruno and Adriana (all pseudonyms), data was collected during the second practicum unit, which lasted 12 weeks. The three participants were required to teach in elementary schools for the first time during this second practicum unit. Participants agreed to participate in the case study and showed willingness to share their emotional experiences of the second practicum unit in depth, with the data presented in this article taken from these pre-service teachers' accounts of their teaching practicum.

3.2 Data elicitation procedures

The present study is based on data collected from pre-service teachers' teaching accounts and semi-structured interviews with them. In order to explore their emotional needs, the pre-service teachers were asked to write accounts of both their teaching experience and the emotions they experienced during their practicum, and reflect on them in depth and in writing in order to understand their feelings and the reasons behind them. As Loughran (2002) states, reflection is a tool that can help teachers better understand the teaching profession, as it enables them to identify how to improve their performance.

The participants submitted their teaching accounts every Friday for the 12 weeks of the second practicum unit. Students were asked to write their personal narratives following two ethical procedures: to be honest about the experiences described, and to protect the identity of students or teachers involved in those narratives. The accounts were analyzed in order to identify explicit and implicit calls for help or validation, with 40-50 minute interviews then conducted with those participants that had expressed such emotional needs. These interviews were carried out in Spanish to allow participants to freely discuss their experiences. By means of these interviews, which were recorded, transcribed and later analyzed, I was able to question the participants further about the feelings and needs they expressed in their teaching practicum accounts. (See Appendix)

3.3 Data analysis

By the end of the study, 136 emotional teaching accounts had been collected and three interviews conducted. In the first stage of the analysis, I read the journal entries, identified the emotions expressed in the teaching accounts, and coded them with the heuristic proposed by Golombek and Doran (2014) for identifying emotional content. This first analytical stage was undertaken during the 12-week unit in which participants were teaching elementary school children. The pre-service teachers' accounts of their emotions provided examples of seven of Golombek and Doran's nine categories for identifying emotional content, as seen in the table presented below.

•Table 1.0 Heuristic references

Heuristic (Golombek and Doran, 2014)	Sample	References
1. Affectively charged lexis indicating stance, sometimes with hedges or intensifiers	<i>"I have never taught at this level and to be honest it is really frightening"</i>	60
2. Epistemic adjectives that convey emotion, sometimes with a hedging or intensifying adverb + that clause	<i>"I was terrified that my students would not understand"</i>	41
3. Stative verbs that convey emotion or attitude about the proposition contained in the main sentence element:	<i>"I felt really nervous"</i>	65
4. Juxtapositions of negative appraisals with positive appraisals, either implicit or explicit	<i>"I felt pretty good and excited but I feel like my explanations should be clearer for the kids"</i>	24

Heuristic (Golombek and Doran, 2014)	Sample	References
5. Expressions of idealized beliefs and goals, sometimes juxtaposed with a polar opposite, or mismatches between the ideal and the real:	<i>"Being so permissive may imply that the teacher loses control of the class"</i>	25
6. Explicit calls for validation/help through questions	<i>"Should I change my tone of voice?"</i>	5
7. Explicit calls for validation or help from others (students, teacher educator)		0
8. Implicit calls for help/validation from others	<i>"I am trying to include Megan as much as I can in the activities but I am not sure how to go about this..."</i>	42
9. Metaphors (representing conceptual understandings)		0

As seen in the number of references above, while participants expressed a low number of explicit calls for validation (5), a much higher portion of implicit calls for help were expressed (42). Having identified the specific emotional content in the teaching accounts, I reviewed the journals again in order to identify the specific participants expressing said explicit and implicit calls for validation or help. In the second stage of analysis, I interviewed those participants (3) and asked them to elaborate on the emotional content identified. The participants' retelling of the situation that evoked these emotions provided further evidence of the emotional needs expressed and the reasons behind them. The analysis conducted in this second stage is presented below.

4. Results

As explained above, the pre-service teachers participating in the present study had already taught the first unit of their teaching practicum. However, as the second practicum unit involved teaching young children for the first time, a new experience for the participants, issues were revealed in their teaching accounts. The interpretation of the analysis conducted through the lens of their emotional needs and the reasons behind them is presented below, with pseudonyms used in the participant portraits to protect their identity.

4.1 Being an elementary school teacher (Ximena's dream)

In her first teaching accounts, Ximena indicated that, although she enjoyed working with children, doing so in English was not easy for her, where she was always hesitant about her pronunciation or use of a specific grammatical structure. She was so cons-

cious about this that she questioned every step she took in the classroom, which hindered her use of her teaching skills, as seen in the following extracts from her teaching accounts:

“Well...as I have written before my dream of teaching children has come true. However, my English proficiency is not good and this has spoiled the magic because I am always really concerned about my pronunciation or grammar... [XIMENA_TEACHING ACCOUNT 1]

“It is really stressful because I am like doing two things at the same time... applying material or activities but also very concerned about not making mistakes or using a structure incorrectly.” [XIMENA_TEACHING ACCOUNT 3]

Ximena was a responsible student who had been able to fulfil her dream of teaching young children and was very conscious of the need to be a good model of English language use for her students, which added to her stress and concerns during her practicum. Her sense of responsibility was helpful, in that, by being aware of the areas on which she needed to concentrate to guide her students adequately through their learning process, she sought to control and review her language use in order to minimize her margin of error with pronunciation and grammar. This determination to perform increased her confidence and, consequently, improved her self-perception as a teacher as the weeks passed, as seen in the following excerpts from her teaching account:

“This teaching session made me feel very proud. I was able to control the children...I think we have developed a good relationship. Now, children listen to me when I ask them to be quiet or stop playing.” [XIMENA_TEACHING ACCOUNT 6]

“I have been making less mistakes. I think that little by little, I am going to be more proficient in the language and after some years I can be the teacher I have always dreamt of being. ” [XIMENA_TEACHING ACCOUNT 7]

Ximena was 22 years old at the time of her teaching practicum and, since childhood, had wanted to be a Spanish elementary school teacher. However, financial issues prevented her from moving to study in another city and her parents pressured her to stay in her home city and enroll on a degree program at the local university. While the ELT degree program was the best option for fulfilling her dream of teaching young children, she found learning English difficult. Although she was in the final year of her degree by the time the present study was conducted, she felt

insecure about her language proficiency, which affected her teaching performance and made her insecure and doubtful about her performance as an English language teacher.

In response to Ximena's emotional needs, she was encouraged to introduce English language content to students in manageable chunks and to try and focus on building a good relationship with them. Although she wanted to control everything, she was advised to be flexible and relaxed, as she may have been transmitting her apprehension to her students, thus obstructing her teaching. As Gkonou and Miller (2017) describe, when teachers are not emotionally competent, their classroom environment may be negatively affected.

At the end of the practicum period, Ximena described feeling more secure and confident that, with experience and dedication, she would become a good English teacher. As she had always wanted to work with young children, she realized that her English language level was sufficient to work with kindergarten or elementary school students. The strategic selection of teaching space or level was one of the pre-service teachers' strategies in the research undertaken by Arizmendi Tejeda, Scholes Gillings and López Martínez (2016). It seems that novice teachers use this strategy to protect their teaching self-perception, as they do not feel confident enough to face a group of students of an intermediate or advanced level. Ximena felt that, after some years of teaching experience, she may be able to teach at other English levels and revealed, in her final interview, that meticulous planning had helped her to overcome her insecurity and increased her confidence.

4.2 A proficient English language teacher (Bruno's ideal self-perception)

Although Bruno's language proficiency was not as he would have wished, his sense of vocation for ELT helped keep him resilient in the face of negative experiences with the English language. As he tended to compare his proficiency with peers or teachers on his degree program, he was obstructing the development of his concept as a teacher, as seen in the following extracts:

"I had the opportunity to observe Pablo in the first teaching unit last term. He has a good command of the language and students liked him. He is funny and it seems students enjoyed his classes. I try to imitate good teaching models but I think I lack certain skills"... [BRUNO_ TEACHING ACCOUNT 1]

"I enjoy creating material because as we are working with children, it has to be colorful and attractive for them. I know this is not as important as being liked by students. I have to present new topics in a fun way so they do not get

bored. I wonder if I can someday be like Pablo or Mariana". [BRUNO_ TEACHING ACCOUNT 2]

Although Bruno enjoyed designing materials and the challenge of presenting a new topic, the lack of personal attributes that he considered paramount for English language teaching made him doubtful and limited his teaching self-concept.

"I can work on my management classroom skills but how can I be a fun person? I am stressed and worried at the same time. I am constantly wondering...What I am going to do if I am not able to be the kind of teacher I dreamt of becoming?" [BRUNO_ TEACHING ACCOUNT 2]

It seems that Bruno was more concerned about being an entertainer than a teacher, highlighting student-teachers' need to be reassured that their personal attributes enrich their teaching and that they do not need to be someone else to be a good teacher. Fortunately, some of his positive experiences during practicum helped him to be resilient, committed, and positive about both the practicum experience and his development as an English teacher. As the weeks passed, Bruno became more confident, as expressed in the following extract from his teaching account:

"I realized children really enjoyed the activity and when reviewing it at the end of class I could see that they remembered the pronunciation. I know it is very basic stuff but it is a great achievement for me. I could see that they really liked it. It is good because I spend time looking for attractive material for them. I feel more confident now. [BRUNO_ TEACHING ACCOUNT 5]

"I was worried about students not understanding because my presentation was not as fun as I wanted but they understood! They did it! It feels great! This made my day... ". [BRUNO_ TEACHING ACCOUNT 7]

Bruno developed an interest in becoming an English language teacher during his secondary education, when he was taught by someone he considered a good teacher. Although he experienced some difficulties learning English at secondary school, he felt that completing an ELT undergraduate degree would give him a good English language level and enable him to teach at different educational levels. Although a student with regular performance levels, he experienced some difficulties during the degree program and had to repeat some courses. As his language level was not as expected, this affected his teaching self-concept (Keller *et al*, 2014).

Bruno's sense of motivation kept him committed to developing his teaching skills. He was always asking questions and looking for guidance when designing a particular activity related to a topic he was presenting. His sense of vocation and commitment helped him develop his teaching skills little by little. As Ocampo Martínez (2017) found, negative emotions trigger problem-solving skills that are beneficial for pre-service teachers' teaching practice. Commitment is one of the attributes that teachers need in order to maintain their energy and motivation levels (Gu & Day, 2007). Bruno's motivation and sense of vocation as a teacher, namely his commitment, made him resilient when negative emotions arose. Thus, it is paramount that those designing and teaching courses provide appropriate support to pre-service teachers to help them to deal with the diverse situations they will face and continue to develop their teaching skills during practicum.

4.3 Lack of vocation for teaching (Adriana's nightmare)

Adriana, who was 21 years old at the time of doing her practicum, had wanted to study marketing in Mexico City, but a lack of financial resources led to her parents suggesting that she opt for a degree at the university in her hometown. She explained to me that she decided to study to be an English teacher because none of the other degrees interested her and she assumed that learning English would facilitate marketing-related work later in her career. She had not realized that, in order to graduate, she would have to teach at some point. Although she had developed some level of motivation for learning English during her degree course, she described not really wanting to teach. Thus, her lack of a sense of vocation for teaching contributed to her failure to develop teaching skills and affected her confidence, as it also meant that she did not develop some of the social skills needed to face the demands of teaching practicum. As a result, her practicum experience was difficult and filled with negative emotions, as shown in the following extract from her teaching account:

"I do not really want to teach...this practicum experience has reaffirm this. I find difficult to control children... Eduardo (one of his students) was talking the whole class, bothering his classmates and making a lot of noise. I did not know what to do...so I told him that I would place a padlock in his mouth...I draw one in the air, went towards him and mimicked to put one and close with a key. It did not work, he started laughing and the whole class followed him. I felt insecure because the next-door classroom teacher had my students calmed down. I felt stressed and useless... It was terrible". [ADRIANA_TEACHING ACCOUNT 3]

While Adriana's language proficiency was good, wherein she had developed a good command of the language and was confident, she did not know how to manage a group of children, lacking classroom management skills due to her lack of a sense of vocation for teaching and her failure to develop basic teaching skills. These conditions caused her to experience constant negative emotions, as she felt anxious at having to face a group of active children every week. As reported by Méndez López (2020), a lack of a sense of vocation causes negative emotions in pre-service teachers during practicum. Adriana's main concern was about having to control these very active children's behavior during her practicum and reported negative emotions in all her teaching accounts. Rather than experimenting with different teaching strategies or designing attractive activities for her students, which were areas suggested for development during the entire teaching unit, she demonstrated a constant need to control children, as expressed in the following extract from her teaching account:

“To manage this kind of students (children) is stressful and difficult” [ADRIANA_TEACHING ACCOUNT 1]

“I cannot bring rewards or prizes to every class to have children under control”
[ADRIANA_TEACHING ACCOUNT 2]

“This week sessions have been stressful. In terms of classroom management, the children got out of control with the masks...I had to yell at them to catch their attention and this made me feel so stressed” [ADRIANA_TEACHING ACCOUNT 4]

Adriana kept focusing on keeping her students under control, which was bad for the development of her teaching skills. Her teaching accounts always included questions such *as should I change my tone of voice? or Punishment can be an option?* She was advised to concentrate on presenting language in an attractive and interesting way and was encouraged to spend time designing or creating engaging activities, as she was told that, engaged children would be interested and focused, meaning that she would not have to worry about controlling them. However, even when she tried to implement certain activities to make learning interesting for her students, this was obstructed by her lack of classroom management skills. The new responsibility of teaching was stressful for Adriana and caused her anxiety which, in turn, hindered the development of her teaching skills. As Caires, Almeida, and Martins (2010) state, facing new responsibilities may

unmask pre-service teachers' emotional needs. In Adriana's case, her lack of a sense of vocation emerged when faced with the prospect of teaching children, as she felt unable to do so, which hindered any progress she could have made.

Conclusion

The present study explores the negative emotions expressed by a group of pre-service teachers during their practicum period in order to understand both the emotional needs behind these negative feelings and their effects on teaching practice. The participants in the study were teaching children for the first time, which was a challenge due to the pre-service teachers' particular personal characteristics. The teaching accounts presented here reveal that, beyond the shock of the reality of teaching for the first time, a mixture of personal contextual aspects complicates the process further. The pre-service teachers' emotional needs revealed a low English language level, a low teaching self-concept and lack of a sense of vocation for teaching that shaped their motivation, responsibility and commitment during their teaching practicum. In the pre-service teachers participating in the present study, these issues frequently caused negative emotions, as they were less motivated as teachers or less confident in their language or teaching skills and, thus, prone to express negative emotions more intensely, further affecting their classroom performance. Practicum supervisors for student teachers who describe not having a sense of vocation for teaching should apply supportive emotional strategies, as these student teachers may focus only on their negative experiences and not notice the positive ones. Moreover, supervisors should provide the emotional support these students need in order that their practicum period is helpful in developing their teaching skills. Facing new responsibilities, as pre-service teachers do during practicum, can cause stress and anxiety which, in turn, can lead some to leave the profession (Caires, Almeida & Martins, 2010). Thus, it is important to help pre-service language teachers to not only recognize their emotions but also regulate them, so that their teaching practice is not negatively affected (Ocampo Martínez, 2017).

Motivated pre-service teachers may feel overwhelmed when facing real classrooms, which has the potential to ruin their idealized images of being a teacher. The appropriate emotional support needs to be provided to these future teachers to prevent them feeling demoralised and help them understand the complexities of the teaching profession (Furlong & Maynard, 1995). As Méndez López (2020) reveals, some Mexican pre-service teachers go into the profession without a sense of vocation,

meaning that the provision of support and guidance to them is of paramount importance, as responsibility and commitment can be instilled in future teachers, as stated by Gu and Day (2007). Therefore, this type of student should be supervised more closely.

The pre-service teachers participating in the present study referred to personal characteristics as factors that shaped their first teaching experiences and caused most of the negative emotions they experienced during practicum. Emotional needs that require support were behind the negative emotions frequently expressed by pre-service teachers and, moreover, as the present study reveals, these same needs may be masked by the negative emotions they generate. It is important for supervisors to use negative emotions as a means to unmask their supervisees' needs in order that the appropriate support can be provided. However, both supervisors and teachers already in service may not be properly prepared to support these future teachers emotionally, meaning that training supervisors and in-service teachers to help future teachers create a robust teacher identity for themselves is also much needed. Although some pre-service teachers may not have a natural inclination for teaching, it is argued that commitment and responsibility can be instilled through reflection, with the development of a teacher identity an ongoing rather than fixed process (Gu & Day, 2007). This is an important consideration, as practicum is a period of personal change in which individuals adjust their beliefs, self-concept and professional identity (Caires, Almeida & Martins, 2010). Thus, it is of uppermost importance that supervisors provide the relevant support to pre-service teachers so they can better understand their negative emotions and unmask their emotional needs in order to be better prepared to deal with the diverse situations they will face in the classroom. By providing the emotional support pre-service teachers need, resilience and commitment can be instilled in them, thus enabling them to maintain their levels of energy and motivation (Gu & Day, 2007).

The present research analysed pre-service English language teachers' negative emotions during practicum, revealing the emotional needs which are embedded in said emotions and influence pre-service teachers' self-concept, motivation, and identity. The present study revealed a definite need for language teachers and supervisors to analyse, with the help of pre-service teachers, the negative emotions experienced, to ensure that student teachers' emotional needs are unmasked in order to understand better the origins of those emotions, which may be obstructing the development of their teaching skills. However, it is necessary that emotional support training is provided for supervisors to enable them to help student teachers construct their teacher identity. In order to increase teaching quality, it is

important to pay attention to the emotional needs presented by pre-service teachers in order that they can be supported from their early teaching period, thus boosting their professional development.

Se declara que la obra que se presenta es original, no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación, así también que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

• Referencias

- Arizmendi Tejeda, S., Gillings de González, B. S., & López Martínez, C. L. de J. (2016). How novice EFL teachers regulate their negative emotions. *HOW Journal*, 23(1), 30-48. <https://doi.org/10.19183/how.23.1.299>
- Britzman, D. (2007). Teacher education as uneven development: Toward a psychology of uncertainty. *International Journal of Leadership in Education: Theory and Practice*, 10(1), 1-12.
- Caires, S., Almeida, L. S. & Martins, C. (2010) The socioemotional experiences of student teachers during practicum: A case of reality shock? *The Journal of Educational Research*, 103(1), 17-27. <https://doi.org/10.1080/00220670903228611>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. Londres: Routledge.
- Cowie, N. (2011). Emotions that experienced English as a Foreign Language (EFL) teachers feel about their students, their colleagues and their work. *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 235-242. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.006>
- Chang, M.-L. (2013). Toward a theoretical model to understand teacher emotions and teacher burnout in the context of student misbehaviour: Appraisal, regulation and coping. *Motivation and Emotion*, 37(4), 799-817. <https://doi.org/10.1007/s11031-012-9335-0>.
- Dewaele, J.-M. (2011). Reflections on the emotional and psychological aspects of foreign language learning and use. *Anglistik: International Journal of English Studies* 22 (1), 23-42.
- Fidel, R. (1984). The case study method: A case study. *Library & Information Science Research*, 6(3), 273-288.
- Furlong, J. & Maynard, T. (1995). *Mentoring student teachers: The growth of professional knowledge*. Londres: Routledge.
- Garret, P. & Young, R. F. (2009). Theorizing affect in foreign language learning: An analysis of one learner's responses to a communicative Portuguese course. *The Modern Language Journal*, 93(2), 209-226.
- Gu, Q., & Day, C. (2007). Teacher's resilience: a necessary condition for effectiveness. *Teaching and Teacher Educations*, 23, 1302-1316. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.06.006>
- Gkonou, C., & Miller, E. R. (2017). Caring and emotional labour: Language teachers' engagement with anxious learners in private language school classrooms. *Language Teaching Research*, 23(3), 372-387. doi:10.1177/1362168817728739
- Golombek, P. R., & Doran, M. (2014). Unifying cognition, emotion, and activity in language teacher professional development. *Teaching and Teacher Education*, 39, 102- 111. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.01.002>.

- Hargreaves, A. (2001). The emotional geographies of teachers' relations with colleagues. *International Journal of Educational Research*, 35, 503-527. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00006-X](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00006-X)
- Keller, M. M., Frenzel, A. C., Goetz, Th., Pekrun, R., & Hensley, L. (2014). Exploring teacher emotions. A literature review and an experience sampling study. En P. W. Richardson (Ed.), *Teacher motivation: Theory and practice* (pp. 69–82). Nueva York: Routledge.
- Kumazawa, M. (2013). Gaps too large: Four novice EFL teachers' self-concept and motivation. *Teaching and Teacher Education*, 33, 45-55. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.02.005>
- Linnenbrick-García, L., & Pekrun, R. (2011). Students's emotions and academic engagement: Introduction to the special issue. *Contemporary Educational Psychology* 36, 1-3. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.11.004>
- Loughran, J. J. (2002). Effective reflective practice: In search of meaning in learning about teaching. *Journal of Teacher Education*, 53, 33-43. <https://doi.org/10.1177/2F0022487102053001004>
- Martínez Agudo J. y Azzaro G. (2018). Emotions in Learning to Teach EFL in the Practicum Setting: Facing the Emotional Dilemmas and Challenges Associated with Professional Practice. En Martínez Agudo (Ed.), *Emotions in second language teaching* (pp. 365–384). Cham: Springer.
- Méndez López, M. G. (2016). Language teachers become researchers: Emotions and workload Intensification in Mexican higher institutions. *Mextesol Journal* 40(4), 1-16.
- Méndez López, M. G. (2017). Labor intensification and emotions of Mexican language teachers: A case study. *Innovación Educativa* 17(75), 31-48.
- Méndez López, M. G. (2011). The motivational properties of emotions in Foreign Language Learning. *Colombian Applied Linguistics Journal*, 13(2), 43-59. <https://doi.org/10.14483/22487085.3764>
- Méndez López, M. G. (2020). Emotions attributions of ELT pre-service teachers and their effects on teaching practice. *Profile: Issues in Teachers' Professional Development*, 22(1), 15-28. <https://doi.org/10.15446/profile.v22n1.78613>.
- Mercer, S., Oberdorfer, P., & Saleem, M. (2016). Helping language teachers to thrive: Using positive psychology to promote teachers' professional well-being. En D. Gabrys -Barker y D. Galajda (Eds.), *Positive psychology perspectives on foreign language learning and teaching* (pp. 213–229). Cham: Springer.
- Meyer, D. & Turner, J. (2006). Re-conceptualizing emotion and motivation to learn in classroom contexts. *Educational Psychology Review*, 18, 377-390. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9032-1>.
- Nguyen, M. H. (2014). Pre-service EAL teaching as emotional experiences: Practicum experience in an *Australian secondary school*. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(8), 63-84. <https://doi.org/10.14221/ajte.2014v39n8.5>.
- Nguyen, M. H. (2018). ESL teachers' emotional experiences, responses and challenges in professional relationships with the school community: Implications for teacher education. En J. Martínez Agudo (Ed.), *Emotions in second language teaching* (pp. 243-257). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75438-3_14.
- Numrich, C. (1996). On becoming a language teacher: Insights from diary studies. *TESOL Quarterly*, 30 (1), 131-153. <https://doi.org/10.2307/3587610>
- Ocampo Martínez, D. (2017). *Emotions of first-year English teachers* (Unpublished master's thesis). Universidad de Quintana Roo, Chetumal, Mexico.
- Pajares, F., & Schunk, D. H. (2005). Self-efficacy and self-concept beliefs: Jointly contributing to the quality of human life. In H. W. Marsh, R. G. Craven, & D. M. McInerney (Eds.), *International Advances in Self Research* (pp. 95-122). Greenwich: Age Publishing.

- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2nd ed.). Newbury Park: Sage.
- Pekrun, R. (2014). *Emotions and learning*. Educational practices series-24. Switzerland: UNESCO International Bureau of Education.
- Soslau, E. (2015). Students-teachers' emotional needs and dichotomous problem solving: Non-cognitive root causes of teaching and learning problems. *Educational Action Research* 24 (4), 479-502. <https://doi.org/10.1080/09650792.2015.1072052>
- Sutton, R. E., & Wheatley, K. F. (2003). Teachers' emotions and teaching: A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 15(4), 327-358. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1026131715856>
- Timostsuk, I. & Ugaste, A. (2012). The role of emotions in student teachers' professional identity. *European journal of Teacher Education* 35(4), 421-433. <https://doi.org/10.1080/02619768.2012.662637>
- Zembylas, M. (2005). Discursive practices, genealogies, and emotional rules: A post-structuralist view on emotion and identity in teaching. *Teaching and Teacher Education*, 21(8), 935-948. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.06.005>.

Appendix 1

Semi-structured interview guide

1. Tell me about your experience of studying the ELT programme?
2. Why did you decide to be an English teacher?
3. How do you describe this practicum experience?
4. Which emotions did you feel about teaching elementary school children?
5. You talk about (a specific incident) in your teaching account. Can you tell me more about the emotions this situation arose?
6. Why do you think you feel in that way?
7. Has this incident made you change your teaching practice? How? Why?
8. In one of your teaching accounts, you ask (*Implicit or explicit call for help/validation from others*). Why?
9. Can you recall a situation from a not teaching context that made you feel in the same way?
10. Can you tell me more about it?

Análisis exploratorio y confirmatorio del inventario de interacción profesor-alumno en estudiantes universitarios

José Luis Cruz González
Edgardo Ruiz Carrillo
Valeria García Corona
Elsy Valeria Lemus Amescua
Cristina Gómez Aguirre
Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

La evaluación de calidad de la enseñanza requiere instrumentos que fomenten buenas prácticas educativas. El Inventario de Interacción Profesor-Alumno reporta la opinión del alumnado respecto de su interacción con el profesor en cuatro dimensiones validadas mediante jueceo de expertos. Esta investigación tuvo como objetivo el análisis factorial exploratorio y confirmatorio del instrumento para verificar su bondad de ajuste. La muestra fue de 352 alumnos de la carrera de medicina. Los datos fueron vaciados al programa SPSS, y tras el AFE la base fue exportada al programa LISREL para identificar los índices de bondad de ajuste en 3 modelos. Se encontró que el modelo propuesto en esta investigación tiene los mejores índices, y se concluye que emplear las dimensiones opinión sobre el fomento de la participación del alumno, opinión del trato individual y opinión sobre el discurso expositivo del docente mejoran la medición de la opinión de la interacción profesor-alumno.

Exploratory and confirmatory analysis of the inventory of teacher-student interaction in university students

Abstract

The evaluation of the quality of teaching requires instruments that promote good educational practices. The teacher-student interaction inventory reports the opinion of the students regarding their interaction with the teacher in four dimensions validated by expert judging. The objective of this research was the exploratory and confirmatory factor analysis of the instrument to verify its goodness of fit. The sample consisted of 352 medical students. The data were emptied into the SPSS program, and after the EFA the database was exported to the LISREL program to identify the goodness of fit indexes in 3 models. It was found that the model proposed in this research has the best indexes, and it is concluded that using the

Palabras clave

Desempeño del profesor, evaluación formativa, instrumentos de evaluación, participación del profesor, relación profesor-alumno.

Keywords

Teacher performance, formative evaluation, evaluation instruments, teacher participation, teacher-student relationship.

Recibido: 12/02/2021

Aceptado: 10/12/2021

dimensions of opinion on the promotion of student participation, opinion of individual treatment and opinion about the expository speech of the teacher improve the measurement of the opinion of teacher-student interaction.

Agradecimientos: Se agradece la ayuda proporcionada por la Universidad Nacional Autónoma de México por medio del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME), con clave PE301620.

Introducción

Esta investigación parte de un modelo conversacional (Villalta y Martinic, 2009) cuyo marco teórico metodológico integra a la psicología cultural las perspectivas constructivistas, el análisis del discurso y el análisis conversacional para comprender la intersubjetividad entre los participantes del proceso de enseñanza-aprendizaje. Dentro de esta intersubjetividad la interacción didáctica implica un conjunto de competencias comunicativas (Rojas *et al.*, 2020) que son manifestadas en el discurso, el cual es el principal responsable de dar orden y consistencia a la realidad dentro del aula (Prados y Cubero, 2016). Es así como el aprendizaje se construye de forma conjunta en la interacción entre las personas presentes dentro de un entorno educativo (Cubero *et al.*, 2008).

El aprendizaje va más allá de un intercambio de mensajes en un patrón de pregunta-respuesta, se convierte en una cadena de intervenciones entre los participantes que, mediante estructuras comunicativas multidireccionales, llevan a cabo una negociación de significados. En este proceso intervienen variables cognitivas, afectivas, metacognitivas y sociales, y, por lo tanto, el aprendizaje no es solamente adquirir información sino generar disposición en el alumno para aprender a partir de cambios en la conducta y perspectiva hacia la actividad. Más allá de la búsqueda y recuperación de datos, implica la gestión del conocimiento (Pérez I Garcías, 2002).

Dentro de la parte dialógica el acto, el habla, el saber y el expresar son acciones que el alumno realiza para aprender, lo que a su vez incide en la enseñanza del profesor. Esto da dirección al proceso de enseñanza-aprendizaje a partir de la influencia entre profesores y alumnos en una realidad particular como es el salón de clase. La interacción tiene una intencionalidad y reciprocidad entre sus participantes, modificando las estructuras cognitivas de los alumnos, es decir, es a partir de la comunicación e interacción que el conocimiento cobra sentido y trasciende (Villalta *et al.*, 2018).

El discurso es prioritario dentro de la interacción en el aula al ser el transmisor y mediador del acuerdo de reglas, recursos y argumentos privilegiados dentro de la actividad en curso

(Edwards, 2006) y con él se construyen de forma colaborativa explicaciones sobre las temáticas a abordar (Rey y Candela, 2013), de esta manera se da legitimidad a los argumentos que mejor favorezcan el completar objetivos dentro del salón de clase, dirigidos a un aprendizaje de contenidos definidos por el currículum (Villalta y Martinic, 2009).

Para autores como Villalta y Valencia (2009) lo que es considerado didáctica eficaz depende del desarrollo de competencias comunicativas capaces de involucrar al alumno, es decir, de poder generar vínculos sólidos entre los saberes curriculares y los contextos comunicativos construidos dentro de la interacción en el aula. De forma similar, los hallazgos de Ruiz *et al.* (2018a) en instituciones mexicanas y españolas coinciden en que una docencia adecuada involucra una interacción con el alumnado en donde se confirme la comprensión del conocimiento y la generación de patrones de discurso se lleve a cabo en un espacio con reglas y roles bien definidos. Rosales *et al.* (2006) explican que para llevar a cabo una buena enseñanza es requerido el compartir significados donde los agentes involucrados tengan una participación activa y dinámica debido a que poco a poco el alumno tendrá que incrementar su contribución en el proceso al demostrar que ha ido asimilando los conocimientos durante la negociación de significados, y el resultado debe ser una comprensión profunda y sustantiva del material, demostrando un aprendizaje de los conocimientos relevantes para la actividad.

Es a través de la interacción didáctica donde las representaciones de conocimiento de los participantes son recuperadas y negociadas (Villalta y Martinic, 2009; Rojas *et al.* 2020) pero no solo se comparte un conocimiento pegado al currículo, también se manifiestan las actitudes de los participantes con respecto a cómo se está llevando la negociación del conocimiento y cómo se perciben ante los demás integrantes del proceso. Pese a la identificación de este hecho dentro de la literatura, autores como García (2018) declaran que:

“Aunque los docentes distinguen perfectamente que existe una relación entre la disposición emocional de sus estudiantes y los resultados de sus aprendizajes, no se utiliza esta información para mejorar la interacción didáctica, muy por el contrario, paradójicamente se invisibiliza” (García, 2018, pp.132).

Una solución a esta invisibilización consiste en identificar a los alumnos y docentes como sujetos sociales que piensan y sienten para poder mejorar el clima de convivencia escolar, lo que a su vez recuperaría su identidad y fortalecería las relaciones didácticas en el aula promoviendo el aprendizaje significativo (García, 2018). Lo cual no ha sido abordado lo suficiente por los modelos de evaluación docente, aun cuando los modelos educativos actuales están orientándose a modelos constructivistas de enseñanza.

El nuevo modelo educativo derivado de la reforma educativa que fue instaurada entre los años 2012 y 2018 propone un plan de intervención en el cual, entre sus aspectos fundamentales, la formación y desarrollo profesional docente es un medio para alcanzar estándares de éxito y desarrollo educativo en los niños y jóvenes de México. Para poder alcanzar estos objetivos la evaluación académica supone un requisito indispensable al conseguir que los docentes obtengan una retroalimentación efectiva que permita una formación adecuada, y una mejora en conocimientos, aptitudes y capacidades.

La evaluación de calidad de la enseñanza, al estar relacionada con la práctica educativa y la práctica docente, requiere hacer uso de instrumentos o herramientas adaptables a las características del profesor o que estén asociados a las buenas prácticas educativas ya mencionadas, es decir, instrumentos que por su naturaleza constructivista permitan dar cuenta de los elementos que el docente tiene para generar la construcción de significados de forma colaborativa y dinámica debido a la participación activa entre los integrantes (Rosales *et al.*, 2006).

Investigaciones como la de Bergin y Bergin (2009) afirman que las relaciones de calidad entre profesores y alumnos repercuten en la motivación, en competencia social y en bienestar de los agentes involucrados. Esta relación interpersonal entre maestro y alumno resulta importante en el ámbito educativo debido a que a través de relaciones sólidas en el aula es posible: a) Intervenir en las tasas de abandono estudiantil y, por ende, prevenir los costes humanos y financieros (Schneider y Yin, 2011), b) Fomentar entornos positivos de enseñanza en donde los profesores y alumnos adquieran un sentido de pertenencia (Hagenauer y Volet, 2014) y c) Mejorar las condiciones de calidad de la enseñanza y aprendizaje en la educación superior (Kreber y Cranton, 2000).

Ruiz *et al.* (2018b) diseñaron el inventario de interacción profesor-alumno (IIP-A), el cual es un instrumento para evaluar la calidad del proceso de enseñanza, enfocándose en la percepción del alumnado sobre el desempeño docente en relación con las características de su interacción en el aula de clases, este instrumento fue diseñado a partir de un conjunto de preguntas propuestas por Barrado *et al.*, (1999), las cuales estaban estructuradas en dos categorías, las primeras referidas a las acciones del docente y las restantes a condiciones en las cuales se llevaba a cabo la asignatura y se consideraba el currículo.

Las preguntas de la primera categoría fueron retomadas y redistribuidas con base en los hallazgos de Prados *et al.* (2010), terminando en 4 categorías que expresaban un buen desempeño escolar: A) Estrategia metodológica, que es la valoración de los recursos pedagógicos del docente; B) Enseñanza colaborativa, que valúa la directividad y rol del docente, y su capacidad de adaptación a las

características de los alumnos; C) Oportunidad de participación, que reportaba la percepción de los alumnos ante las oportunidades que el docente presentaba para que ellos pudieran exponer, argumentar y discutir; y, finalmente, D) Apreciaciones positivas de la interacción, el cual es la opinión neta de los alumnos referente a la interacción que ha llevado con el docente (Ruiz, *et al.*, 2018b).

El instrumento en cuestión fue sometido a jueceo de expertos, con la participación de diez docentes/investigadores elegidos de una institución pública superior, a los cuales se les solicitó calificar los 57 ítems de la primera categoría de Barrado *et al.* (1999), consistente en un grupo de afirmaciones respecto del actuar del profesor en el salón de clases, con base en los referentes de coherencia, comprensión, factibilidad y relevancia. Como resultado, de los 57 ítems iniciales, 31 ítems presentaron puntajes válidos, distribuidos en nueve ítems de estrategia metodológica; tres ítems de enseñanza colaborativa; nueve de oportunidad de participación, y diez ítems en apreciaciones positivas de la interacción.

Debido a que se llevó a cabo solamente la validación mediante el jueceo de expertos, a palabras de los autores, "...es recomendable que en futuras investigaciones este cuestionario sea sometido a otras formas de validación interna, como de constructo y de criterio, para asegurar que puede medir y cuantificar de forma adecuada el rasgo para el que fue elaborado" (Ruiz *et al.*, 2018b, pp. 269), es indispensable indagar la delimitación de las dimensiones del inventario, así como la verificación del ajuste del modelo estadístico. Por ello, el objetivo de la presente investigación es llevar a cabo el análisis factorial exploratorio y confirmatorio del Inventario de Interacción Profesor-Alumno (IIP-A; Carrillo *et al.*, 2018b), además de demostrar la consistencia interna de sus escalas para así obtener un instrumento que retroalimente de forma efectiva a los docentes con respecto a su dinámica educativa con los alumnos, al tener una herramienta sensible a la intersubjetividad de los participantes del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Metodología

Diseño

El diseño de investigación del presente estudio es de naturaleza instrumental al estar centrado en el desarrollo y construcción de pruebas y aparatos, así como el análisis de sus propiedades psicométricas (Montero y León, 2002).

Muestra

Este estudio fue realizado con los datos obtenidos de 352 alumnos de primer y tercer semestre, cursantes de la carrera de médico cirujano de una institución pública de educación

superior. El tamaño de la muestra supera el número mínimo de sujetos para un análisis factorial adecuado (Nunnally y Bernstein, 1995).

Administración

Al término del semestre se acudió a los salones de los grupos correspondientes, acorde con las recomendaciones del código ético del psicólogo de la Sociedad Mexicana de Psicología (2009), se trabajó con el consentimiento informado de los participantes, informando sobre las razones de la investigación y los objetivos de responder el Inventario de Interacción Profesor-Alumno (IIP-A) para su validación, garantizando el anonimato de tanto su identidad como de sus respuestas. Se llevó a cabo una sola aplicación por participante.

Instrumento

El Inventario de Interacción Profesor-Alumno (IIP-A) es un cuestionario con 31 ítems en escala tipo Likert, de cuatro opciones de respuesta (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo). El cuestionario fue creado con la finalidad de conocer la opinión de los estudiantes respecto de su interacción con los docentes al impartir su clase; la investigación permitió observar el grado de acuerdo en general que los alumnos dan en relación con su interacción con el docente en cuatro dimensiones (Ruiz *et. al.*, 2018b):

1. Estrategia Metodológica (EM): Valoración del uso de recursos pedagógicos del docente, que incluyen el uso de actividades didácticas, y el uso de herramientas dentro del aula, que sirven para que los estudiantes puedan alcanzar los niveles de competencia que no podrían conseguir por sí solos.
2. Enseñanza Colaborativa (EC): Valoración al docente sobre su forma de comunicarse, la directividad de la clase, su rol orientador y/o facilitador, su nivel de control de la clase e imparcialidad en la evaluación de los estudiantes.
3. Oportunidad de Participación (OP): Valoración de la forma en que el profesor propicia ocasiones de exposición, argumentación y discusión, promoviendo participación de los alumnos.
4. Apreciaciones Positivas de la Interacción (API): Opinión personal del alumno, referente a la interacción que llevó con el docente.

Procedimiento AFE

Por medio del programa de análisis de datos SPSS (versión 22 para Windows) se realizó un análisis factorial exploratorio, siguiendo el principio de Kaiser (1970), mediante la técnica

de componentes principales y rotación Varimax. La consistencia interna de la escala se calculó a partir del coeficiente alfa de Cronbach.

Procedimiento AFC

Por medio del programa LISREL se obtuvo el modelo de ecuaciones estructurales, la bondad de ajuste de los modelos propuestos se evaluó mediante diversos indicadores como son: la χ^2 dividida por los grados de libertad, el promedio de los residuales (RMR, root mean square residual) y de residuales estandarizados (RMSEA, root mean square error of approximation), así como el índice de bondad de ajuste (GFI, goodness of fit index) y el índice de ajuste comparativo (CFI, comparative fit index), al ser de los índices menos afectados por el tamaño de la muestra (García, Gallo y Miranda, 1998).

Resultados

Primera Parte: Análisis Factorial Exploratorio (AFE) del Inventario de Interacción Profesor-Alumno (IIP-A)

Consistencia interna

El Alpha de Cronbach del instrumento de 30 ítems (al omitir el ítem 27, debido a que los docentes no llevaban a cabo sesiones individuales de tutoría) fue de .966.

Adecuación de la muestra

Se exploró la adecuación psicométrica de los ítems, de manera que se llevó a cabo la prueba de esfericidad de Bartlett (1950) que indicó que los ítems eran dependientes (p . menor a 0.0001), así como el índice de adecuación al muestreo de Kayser-Meyer-Olkin (KMO; Kaiser, 1970), el cual se ubicó por encima del .50 recomendado (.954), de esta manera los datos muestran tanto buena adecuación muestral como buena correlación entre los ítems, por lo que son adecuados para la aplicación del análisis factorial.

Análisis factorial

Se llevó a cabo el método de extracción de componentes principales con método de rotación Varimax con normalización Kaiser, asignando los ítems a los factores y considerando cargas factoriales mayores o iguales a .30 (Cliff y Hamburger, 1967). El gráfico de sedimentación mostró una estructura de 3 factores, que explicaron el 60.09 % de la varianza total, cuyas cargas factoriales se muestran en la tabla 1.

•Tabla 1. Matriz de cargas factoriales, communalidades y varianza explicada de cada uno de los factores del Inventario de Interacción Profesor-Alumno (IIP-A) en el Análisis Factorial Exploratorio

	Comunalidades	Factores		
		1	2	3
IIP-A16. (OP)	.618	.729		
IIP-A17. (OP)	.512	.686		.352
IIP-A15. (OP)	.594	.638	.432	
IIP-A20. (OP)	.585	.633		.377
IIP-A14. (OP)	.562	.618		.332
IIP-A13. (OP)	.581	.613	.414	
IIP-A19. (EC)	.587	.573		.445
IIP-A24. (OP)	.701	.544	.477	.421
IIP-A7. (EM)	.514	.533		.436
IIP-A10. (API)	.531	.528	.345	.365
IIP-A23. (EC)	.595	.527	.517	
IIP-A22. (EM)	.525	.498	.420	.317
IIP-A21. (OP)	.566	.475	.376	.446
IIP-A29. (API)	.731	.356	.774	
IIP-A28. (API)	.743	.370	.749	
IIP-A31. (API)	.741		.745	.340
IIP-A30. (API)	.702	.376	.712	
IIP-A26. (EM)	.683	.442	.674	
IIP-A1. (EM)	.646		.642	.483
IIP-A2. (EM)	.518		.565	.404
IIP-A12. (OP)	.566	.469	.469	.340
IIP-A6. (EM)	.669			.773
IIP-A8. (API)	.521			.679
IIP-A18. (EM)	.628	.359		.671
IIP-A3. (EM)	.546		.419	.606
IIP-A4. (EC)	.568	.398		.588
IIP-A9. (API)	.591	.327	.413	.560
IIP-A11. (OP)	.662	.360	.495	.536
IIPA-25. (API)	.541	.386	.365	.509
IIP-A5. (EM)	.409	.352	.374	.382
Porcentaje de varianza explicada		50.582 %	5.201 %	4.311 %
Porcentaje de varianza explicada acumulada		50.582 %	55.783 %	60.094 %
Número de ítems		13	8	9
Método de extracción: análisis de componentes principales				
Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser				
La rotación ha convergido en 10 iteraciones				

Los ítems se distribuyen de la siguiente manera, acorde con las cargas mostradas durante el análisis factorial exploratorio:

- Dimensión uno: IIP-A7 (EM), IIP-A10 (API), IIP-A13 (OP), IIP-A14 (OP), IIP-A15 (OP), IIP-A16 (OP), IIP-A17 (OP), IIP-A19 (EC), IIP-A20 (OP), IIP-A21 (OP), IIP-A22 (EM), IIP-A23 (EC) e IIP-A24 (OP).
- Dimensión dos: IIP-A1 (EM), IIP-A2 (EM), IIP-A12 (OP), IIP-A26 (EM), IIP-A28 (API), IIP-A29 (API), IIP-A30 (API) e IIP-A31 (API).
- Dimensión tres: IIP-A3 (EM), IIP-A4 (EC), IIP-A5 (EM), IIP-A6 (EM), IIP-A8 (API), IIP-A9 (API), IIP-A11 (OP), IIP-A18 (EM) e IIP-A25 (API).

Por lo tanto, la dimensión uno se queda con 13 ítems (uno de API, dos de EM, dos de EC y ocho de OP), la dimensión dos con ocho ítems (uno de OP, tres de EM y cuatro de API) y la dimensión tres con nueve ítems (uno de EC, uno de OP, tres de API y cuatro de EM).

Segunda Parte: Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) del Inventario de Interacción Profesor-Alumno (IIP-A)

Se llevó a cabo un análisis factorial confirmatorio de los ítems para analizar el modelo obtenido en el análisis factorial exploratorio. Se empleó el método de estimación de máxima verosimilitud para analizar la matriz de correlaciones, y los análisis se llevaron a cabo mediante el programa de ecuaciones estructurales LISREL.

Se contrastaron tres modelos diferentes: el modelo uno se propuso como hipótesis nula y sostiene que existe un único factor en el que se saturarían todos los ítems; el modelo dos supone una estructura consistente en los cuatro factores originales (EM, OP, EC y API), y el modelo tres propone una estructura de tres factores consistente a lo encontrado durante el análisis factorial exploratorio.

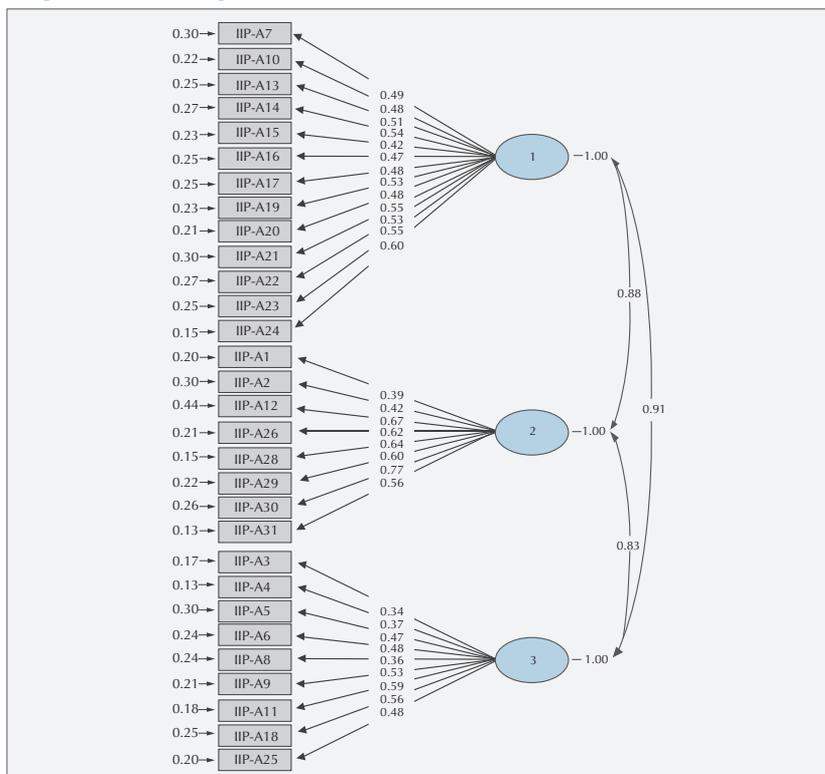
La bondad de ajuste de los modelos propuestos se evaluó mediante los siguientes indicadores: $\chi^2/g.l$, RMR, RMSEA, GFI y CFI. Para que exista un buen ajuste los valores CFI deberían superar el valor de 0.90 y los valores de GFI acercarse a 1, implicando un mejor ajuste al modelo. Por su parte, los valores RMSEA deberían ser menores de 0.08 para tener un ajuste aceptable (Browne y Cudeck, 1993) o cercanos a 0.05 para obtener un buen ajuste (Byrne, 2001). En cuanto a la interpretación del cociente $\chi^2/g.l$, se considera que un cociente de 4 es un ajuste razonable mientras que aquellos valores menores a 3 son considerados como aceptables (Ruiz, Pardo y San Martín, 2010). Los índices de bondad de ajuste relativos a los modelos contrastados están indicados en la tabla 2.

•Tabla 2: Índices de bondad de ajuste para los modelos propuestos

Modelos factoriales	$\chi^2/g.l$	RMR	RMSEA	GFI	CFI
Modelo IIP-A en 1 factor	3.88	0.034	0.13	0.72	0.95
Modelo de IIP-A original (4 factores)	2.40	0.028	0.089	0.73	0.97
Modelo IIP-A en 3 factores	1.77	0.027	0.066	0.79	0.98

Los resultados de los diferentes índices de ajuste utilizados confirman que el modelo 3 (tres factores correlacionados entre sí con 30 ítems) es el que mejor se ajusta al modelo teórico. Puede observarse que los valores del modelo de tres factores en los indicadores de CFI y GFI son más cercanos a uno, mientras que los valores de RMR y RMSEA están en rangos aceptables al encontrarse por debajo de 0.08. De la misma forma, el cociente $\chi^2/g.l$ presenta valores menores a 2 (1.77). La representación gráfica del modelo, junto con los valores de interrelación entre las variables, se presenta en el path diagram (figura 1), el cual tiene un valor de Chi cuadrada de 711.43 con 402 grados de libertad y un valor

•Figura 1: Path diagram del IIP-A con tres factores



Fuente: Elaboración propia; software usado: LISREL Ver. 8.80

de RMSEA de .066, siendo un valor admisible para el modelo. Finalmente, se llevó a cabo una prueba de fiabilidad de las tres dimensiones del inventario, calculando su consistencia interna mediante el índice alfa de Cronbach. En la tabla tres se muestran las medias y correlaciones donde puede observarse que los niveles de consistencia interna de las escalas que lo forman resultan satisfactorios. La media más elevada fue la obtenida en la escala de dimensión 3, mientras que la más baja se obtuvo para la segunda dimensión. En cuanto a las relaciones entre las dimensiones, todas ellas son significativas. La correlación más alta se estableció entre la primera y tercera categoría ($r = 0.83$, $p < 0.01$).

•Tabla 3. Valores descriptivos, de fiabilidad y correlaciones entre las dimensiones del IIP-A (3 dimensiones, 30 ítems).

Subescala	Media	D.E	Media (%)	D.E (%)	Alfa de Cronbach	r de Pearson	
						2	3
1	44.15	6.87	84.90	13.20	.93	.82**	.83**
2	26.71	4.87	83.48	15.20	.92		.77**
3	31.19	4.41	86.63	12.26	.90		

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Discusión

Al llevar a cabo los análisis factoriales es evidente la necesidad de cambiar el modelo de cuatro dimensiones a uno de tres dimensiones al constatar una mejora significativa en el ajuste. Reintegrando los ítems de las cuatro dimensiones originales a las tres dimensiones encontradas en el análisis exploratorio se puede observar que la mayoría de los ítems que formaban parte de la dimensión “oportunidad de participación” se han agrupado dentro de la primera dimensión, agregando ítems cuya intención está dirigida a que los alumnos reporten la forma en que el docente los involucra en la clase.

Estos ítems en conjunto hablan de lo que un docente lleva a cabo durante *exposiciones dialogadas* (Prados *et al.*, 2010), que se encuentran estructuradas en secuencias triádicas o también denominadas IRE –Iniciación, Respuesta y Evaluación– (Sinclair y Coulthard, 1975). Un docente dialógico es capaz de plantear y resolver dudas en torno al contenido expuesto o destacar un determinado contenido como relevante, retomando las concepciones de los alumnos durante el proceso de co-construcción de conocimiento llevado a cabo dentro del aula (Prados *et al.*, 2010). Los ítems de la primera categoría al poder recuperar la forma en que los alumnos perciben el interés del docente a que ellos puedan: a) Demostrar su saber, b) Expresar sus opiniones y c) Encontrarse acom-

pañados durante su aprendizaje dentro del salón de clase; más allá de sólo observar la oportunidad de participación representan la forma en la que el docente fomenta su participación.

Los ítems de la segunda categoría corresponden, en su mayoría, a los ítems pertenecientes a la dimensión “apreciaciones positivas de la interacción”, junto con otros que recuperan información respecto de cómo el docente respeta y genera confianza en los alumnos, motivándoles a aprender con él. Esta dimensión entonces involucra lo que Barrado *et al.* (1999) buscaron identificar en sus *Preguntas sobre el trato individual*, es decir, el trato que individualmente recibe un alumno por parte del profesor. A palabras de los autores, los alumnos “pueden sentirse tratados como personas inmaduras” (pp.5), lo que puede resultar de gran impacto en la apertura, así como la interacción que los docentes y alumnos puedan mantener dentro del salón de clases; la dimensión en cuestión entonces habla de la apreciación del trato individual al identificar si los alumnos encuentran respeto y confianza al comunicarse con su profesor.

Finalmente, los ítems de la última dimensión encontrada en el AFE corresponden, en su mayoría, a los que formaban parte de la dimensión “estrategia metodológica”, aunado a otros ítems referentes a cómo el docente relaciona conceptos teóricos, explica los temas y aclara contenidos del curso. Estos ítems hablan de la calidad del monólogo del docente, y Prados *et al.* (2010) los retoman durante las *exposiciones del profesor* al explicar que durante este monólogo los docentes informan a los alumnos sobre los objetivos del tema, el modo de proceder en las actividades o el sistema de evaluación de la asignatura (información que normalmente no manejan los alumnos), además de pedir o comentar tareas a cumplir del alumnado o recordar/retomar el conocimiento compartido y enlazarlo con el nuevo (Prados *et al.*, 2010, pp.184).

De manera similar, Tronchoni (2019) menciona que para conseguir una cooperación dialógica a partir de varios actos comportamentales, y en el caso de las clases de tipo expositivo, los actos de dar-tomar y pedir-recibir son los principales conductores dentro del flujo discursivo mientras que el compartir conocimientos y experiencias en clase cumple la función de andamiaje necesario para que el alumno pueda avanzar a representaciones más complejas de conocimiento. La tercera dimensión expresa la opinión de los alumnos respecto del discurso expositivo del docente y su capacidad para clarificar y enseñar los conocimientos de la asignatura. Esta dimensión en particular resulta ideal para identificar la manera en la que el docente hace uso de sus recursos pedagógicos para mantener involucrado al alumnado aun en un papel dominante dentro del aula.

Con la información presentada es posible ajustar y mejorar el modelo original del IIP-A a uno en el cual la articulación del constructo “opinión de la interacción profesor-alumno” es atravesado por tres dimensiones:

1. Opinión sobre el Fomento de la Participación del Alumno (OFPA): IIP-A7, IIP-A10, IIP-A13, IIP-A14, IIP-A15, IIP-A16, IIP-A17, IIP-A19, IIP-A20, IIP-A21, IIP-A22, IIP-A23 e IIP-A24.
2. Opinión del Trato Individual (OTI): IIP-A1, IIP-A2, IIP-A12, IIP-A26, IIP-A28, IIP-A29, IIP-A30 e IIP-A31.
3. Opinión sobre el Discurso Expositivo del Docente (ODED): IIP-A3, IIP-A4, IIP-A5, IIP-A6, IIP-A8, IIP-A9, IIP-A11, IIP-A18 e IIP-A25.

En donde a mayor calificación en las tres dimensiones existirá una mejor opinión de la interacción dentro del salón de clases por parte del alumno hacia el profesor. Con respecto a las propiedades psicométricas del instrumento, las subescalas que componen el inventario tienen un valor de alfa por encima de .90, mostrando una alta fiabilidad, de igual manera, las correlaciones entre las subescalas del IIP-A resultaron significativas en las tres dimensiones.

Conclusiones

Al cumplir con los objetivos del presente estudio se llevó a cabo satisfactoriamente el Análisis Factorial Exploratorio (AFE) y Confirmatorio (AFC) del Inventario de Interacción Profesor-Alumno (IIP-A; Ruiz *et al.* 2018b). Los resultados de esta investigación evidencian que la validación del IIP-A en población mexicana muestra propiedades psicométricas satisfactorias, y es una medida viable para que pueda llevarse a cabo una evaluación formativa a docentes en donde puedan identificarse las necesidades del alumnado para una comunicación abierta, respetuosa y de calidad.

El IIP-A a través de sus tres dimensiones validadas puede conducir a un registro de la percepción de los alumnos respecto de la opinión del docente que describa de forma más clara la intersubjetividad de los agentes involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo que el docente identifique sus áreas de oportunidad en la forma de llevar a cabo su práctica profesional docente y su comunicación dentro del salón de clase.

A través de las dimensiones del IIP-A pueden hacerse registro de los elementos de cambio para promover una relación interpersonal saludable en donde docente y alumnos puedan adquirir sentido de pertenencia, y potencialmente incidir en la mejora de calidad de la enseñanza debida a una participación más activa, respetuosa e integrativa, previniendo el abandono estudiantil que pudiera causarse a partir de fallas en la comunicación e involucramiento dentro del salón de clases.

Se declara que la obra que se presenta es original, no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación, así también que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

• Referencias

REFERENCIAS

- Barrado, C., Gallego, I. & Valero, M. (1999). Usemos las encuestas a los alumnos para mejorar nuestra docencia. *Departament d'Arquitectura de Computadors Universitat Politècnica de Catalunya*, 7-9. Recuperado el 23 de noviembre de 2020, de <https://docencia.ac.upc.edu/jododac/CD10anys/2000/UPC-DAC-1999-70.pdf>
- Bartlett, M. S. (1950). Tests of significance in factor analysis. *British Journal of Statistical Psychology*, 3(2), 77-85. doi: 10.1111/j.2044-8317.1950.tb00285.x
- Bergin, C. & Bergin, D. (2009). Attachment in the classroom. *Educational Psychology Review*, 21(2), 141-170. doi: 10.1007/s10648-009-9104-0
- Browne, M. W. y Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. En K. A. Bollen y J. S. Long (Eds.), *Testing structural equation models* (pp. 136-162). Newbury Park, California: Sage.
- Byrne, B. M. (2001). Structural equation modeling with AMOS, EQS, and LISREL: Comparative approaches to testing for the factorial validity of a measuring instrument. *International Journal of Testing*, 1(1), 55-86. doi: 10.1207/S15327574IJT0101_4
- Cattell, R. B. (1966). The meaning and strategic use of factor analysis. En R. Cattell & J. Nesselroade (Ed.): *Handbook of multivariate experimental psychology*. Chicago, Illinois: Rand McNally.
- Cliff, N. & Hamburger, C. D. (1967). The study of sampling errors in factor analysis by means of artificial experiments. *Psychological Bulletin*, 68(6), 430-445. doi: 10.1037/h0025178
- Cubero, R., Cubero, M., Santamaría, A., De la Mata, M., Ignacio, M. & Prados, M. (2008). La educación a través de su discurso. Prácticas educativas y construcción discursiva del conocimiento en el aula. *Revista de Educación*, (346), 71-104. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11441/31864>
- Dziuban, C. D. & Shirkey, E. C. (1974). When is a correlation matrix appropriate for factor analysis? Some decision rules. *Psychological Bulletin*, 81(6), 358-361. Recuperado de <https://dokumen.tips/documents/when-is-a-correlation-matrix-appropriate-for-factor-analysis-some-decision.html?page=1>
- Edwards, D. (2006). Discourse, cognition and social practices: the rich surface of language and social interaction. *Discourse Studies*, 8(1), 41- 49.
- García, E., Gallo, P. & Miranda, R. (1998). Bondad de ajuste en el análisis factorial confirmatorio. *Psicothema*, 10(3), 717-724. Recuperado el 23 de noviembre de 2020, de <http://www.psicothema.com/pdf/200.pdf>
- García, V. (2018). Desde una didáctica instrumental a una didáctica situada. REXE. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 17(34), 129-138.
- Hagenauer, G. & Volet, S. (2014). I don't think I could, you know, just teach without any emotion: Exploring the nature and origin of university teachers emotions. *Research Papers in Education*, 29(2), 240-262. doi: 10.1080/02671522.2012.754929
- Kaiser, H. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35(4), 401-415. doi: 10.1007/BF02291817
- Kreber, C. & Cranton, P. (2000). Exploring the scholarship of teaching. *The Journal of Higher Education*, 71(4), 476-495. doi: 10.1080/00221546.2000.11778846
- Montero, I. & León, O. (2002). Clasificación y descripción de las metodologías de investigación en Psicología. *Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud*, 2(3), 503-508.

- Nunnally, J. & Bernstein, I. (1995). *Teoría psicométrica*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- Pérez I Garcías, A. (2002). Elementos para el análisis de la interacción educativa en los nuevos entornos de aprendizaje. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 19, 49-61. Recuperado de <https://idus.us.es/handle/11441/45545>
- Prados, María del M., Cubero, M. & De la Mata, M. (2010). ¿Mediante qué estructuras interactivas se relacionan profesorado y alumnado en las aulas universitarias? *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(1), 163-194. Recuperado el 2 de noviembre de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/2931/293121995008.pdf>
- Prados, María del M. & Cubero, M. (2016). ¿Cómo argumentan docentes y discentes en las aulas universitarias? *Educación XX1*, 19(1), 115-134, doi:10.5944/educXX1.13939
- Rey, J. & Candela, A. (2013). La construcción discursiva del conocimiento científico en el aula. *Educación y educadores*, 16(1), 41-65.
- Rojas, S., Argüelles, P., Villalta, M. & Martinic, S. (2020). Perfil profesional y experiencia escolar en la validación de categorías observacionales de interacciones en aula. *En-tramado*, 16(2), 168-185
- Rosales, J., Iturra, C., Sánchez, E. & De Sixte, R. (2006). El análisis de la práctica educativa. Un estudio de la interacción profesor-alumnos a partir de dos sistemas de análisis diferentes. *Infancia y aprendizaje*, 29(1), 65-90. Recuperado el 5 de noviembre de 2020, de https://aiape.usal.es/docs/analisis_practica_educativa.pdf
- Ruiz, M., Pardo, A. & San Martín, R. (2010). Modelos de ecuaciones estructurales. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 34-45. Recuperado el 5 de noviembre de 2020, de <http://www.papelesdelpsicologo.es/pdf/1794.pdf>
- Ruiz, E., Cruz, J. & Hernández, D. (2018a). La práctica del profesorado universitario desde el análisis estratégico del discurso: casos de una institución de educación superior mexicana y española. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 21(4).
- Ruiz, E., González, A., Cruz, J. & Hernández, D. (2018b). Validez de Contenido de un Inventario de Interacción Profesor-Alumno. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 23(3), 260-270. ISSN: 0185-1594
- Schneider, M. & Yin, L. (2011). *The high cost of low graduation rates: How much does dropping out of college really cost?* Recuperado el 2 de noviembre de 2020, de https://www.air.org/sites/default/files/downloads/report/AIR_High_Cost_of_Low_Graduation_Aug2011_0.pdf
- Sinclair, J. & Coulthard, M. (1975). *Towards an analysis of discourse: The English used by teachers and pupils*. Oxford University Press.
- Sociedad Mexicana de Psicología (2009). Código ético del psicólogo (4.a Ed.). México: Trillas.
- Tronchoni, H. (2019) *Estudio observacional de la comunicación multimodal en el aula universitaria: contextos y estructuras de participación discursiva en las sesiones magistrales* (Tesis doctoral). Universitat de Barcelona. Facultat de Psicologia, Barcelona, España. Recuperado el 24 de octubre de 2020, de https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/668501/HTA_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villalta, M. & Martinic, S. (2009). Modelos de estudio de la interacción didáctica en la sala de clase. *Investigación y postgrado*, 24(2), 61-76.
- Villalta, M., Martinic, S., Assael, C. & Aldunante, N. (2018). Presentación de un modelo de análisis de la conversación y experiencias de aprendizaje mediado en la interacción de sala de clase. *Revista Educación*, 42(1), 87-104.

Anexos

Inventario de interacción profesor-alumno

Grupo: _____ Semestre: _____ Edad: _____ Género: _____

Instrucciones: A continuación, se presenta una lista de 31 afirmaciones de las cuales deberás seleccionar la opción que mejor refleje tu opinión sobre la actividad en el salón de clases. Coloca una X, según sea el caso, en la casilla correspondiente empleando la siguiente escala:

1 – Totalmente en desacuerdo

2 – En desacuerdo

3 – De acuerdo

4 – Totalmente de acuerdo

Núm.	Ítems	1	2	3	4
1	El profesor imparte los temas de la asignatura en un orden que facilita su seguimiento				
2	El profesor mantiene un ritmo de exposición adecuado				
3	El profesor demuestra interés por la materia que imparte				
4	El profesor clarifica la importancia de los contenidos del curso				
5	El profesor distribuye el tiempo entre los temas según su dificultad				
6	El profesor relaciona los nuevos conceptos con otros conocidos				
7	El profesor contrasta varias teorías relacionadas con la asignatura				
8	El profesor relaciona los conceptos teóricos con ejemplos, ejercicios y problemas				
9	Las explicaciones del profesor me han ayudado a entender mejor la asignatura				
10	El profesor procura que los estudiantes apliquen los conceptos adquiridos en la asignatura				
11	El profesor genera interés por la asignatura a los alumnos				
12	El profesor motiva a sus alumnos a cursar materias con él				
13	El profesor fomenta la participación de los alumnos				
14	El profesor consigue que los estudiantes participen activamente en sus clases				
15	El profesor brinda oportunidades para participar activamente en sus clases				
16	El profesor introduce temas de discusión y anima a los estudiantes a participar				
17	El profesor hace preguntas interesantes y estimulantes en clase				
18	El profesor resuelve las dudas con exactitud				

Núm.	Ítems	1	2	3	4
19	El profesor procura saber si los alumnos entienden lo que explica				
20	El profesor busca la forma de que los estudiantes respondan sus preguntas				
21	El profesor adapta sus estrategias para afrontar situaciones imprevistas				
22	El profesor se muestra dispuesto a ayudar a los estudiantes que tienen dificultades				
23	El profesor proporciona la posibilidad de conocer y comentar la valoración de las evaluaciones				
24	El profesor motiva a sus alumnos a trabajar al máximo				
25	El profesor hace un seguimiento del aprendizaje a lo largo del curso				
26	El profesor se muestra accesible con sus alumnos				
27	El profesor atiende correctamente las consultas en las horas de tutoría				
28	El profesor brinda un trato personal satisfactorio				
29	El profesor trata a los estudiantes de forma respetuosa				
30	El profesor genera confianza incluso para pedir un consejo fuera de clase				
31	El profesor tiene un verdadero interés por sus estudiantes				

José Guadalupe Rivera Pérez. Cursó dos maestrías, una en Estadística Aplicada en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, campus Monterrey, otra en Educación Superior en la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Enfermería Tampico. Actualmente, es profesor de Matemáticas e Informática en la Facultad de Enfermería Tampico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y estudiante del Programa de Doctorado en Matemática Educativa del Instituto Politécnico Nacional, campus CICATA Legaria, en la Ciudad de México. Además, es miembro de la Asociación Estadística Mexicana y de la *International Association for Statistical Education* (IASE).

Ana Luisa Gómez Blancarte. Estudió la licenciatura en Educación Media en la Especialidad de Matemáticas, en la Escuela Normal Estatal de Ensenada, Baja California; cursó la maestría y el doctorado en Ciencias en la Especialidad de Matemática Educativa en el Departamento de Matemática Educativa del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en la Ciudad de México. Actualmente, es profesora del Programa de Matemática Educativa en Línea del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, unidad Legaria, del IPN. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), de la *International Association for Statistical Education* (IASE) y de la *Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Matemática Educativa* (SOMIDEM). Además, es editora asociada de la *Statistics Education Research Journal* (SERJ) y de la revista Educación Matemática. Como docente ha impartido clases en niveles educativos desde secundaria hasta posgrado y talleres sobre Educación Estadística a profesores en servicio. En los niveles de licenciatura y posgrado ha sido docente tanto en la modalidad presencial como en línea. Sus intereses en investigación son sobre estudios relacionados con la Educación Estadística y el Desarrollo Profesional Docente; sobre estos estudios ha publicado artículos en revistas nacionales e internacionales, capítulos de libros y ha presentado reportes de investigaciones en congresos internacionales. Además, dirige proyectos de investigación, tesis de maestría y doctorado, y colabora también como árbitro de revistas nacionales e internacionales.

Claudia Alejandra Hernández Herrera. Es doctora en Ciencias Sociales y profesora e investigadora en el Instituto Politécnico Nacional (IPN); es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; coordinadora de la maestría en administración, y parte del núcleo académico de la maestría en ciencias en estudios interdisciplinarios para la pequeña y mediana empresa del IPN.

Guadalupe Elizabeth Morales Martínez. Recibió su grado de doctora en Psicología por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Es investigadora titular de tiempo completo en el Instituto de In-

vestigaciones sobre la Universidad y la Educación de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Actualmente explora temas relacionados con la tecnología cognitiva para la evaluación del aprendizaje. Además, ha sido autora y coautora de artículos y libros en cognición humana y aprendizaje y emoción.

Ricardo Jesús Villarreal. Es ingeniero egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León; doctor en Evaluación e Innovación de la Práctica Educativa, grado obtenido en el Instituto Superior de Especialidades de Monterrey. Actualmente es docente y jefe de Departamento de Matemáticas en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Janeth Izaguirre Lerma. Obtuvo una licenciatura en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica como ingeniero Administrador de Sistemas. Actualmente trabaja en Sanmina como ingeniero en desarrollo en donde se apoya con el desarrollo de un programa para realizar un proceso automático en producción.

María Guadalupe Santos Alcántara. Es egresada de la licenciatura en Psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Su experiencia laboral dio inicio en el Laboratorio de Ciencia Cognitiva (IISUE-UNAM) donde participó en diversos proyectos como el intitulado “Innovación y desarrollo de tecnología educativa para la evaluación del aprendizaje en línea y presencial”, y dentro de esta línea de investigación cuenta con ponencias, artículos en los que colaboró como coautora y ha realizado difusión de la ciencia. De igual forma, estuvo laborando en el Instituto Nacional de Desarrollo Social en el área de capacitación a distancia donde desarrolló y elaboró cursos para educación continua.

Melanie Elizabeth Montes Silva. Es comunicóloga; maestra en educación; maestra en Ciencias del Lenguaje y Lingüística Hispánica, y doctora en Ciencias Educativas. Es profesora de tiempo completo en CETYS Universidad, campus Tijuana, México, donde también se desempeña como coordinadora académica del posgrado en Educación. Se interesa por la investigación sobre literacidades en la educación superior y procesos de enseñanza-aprendizaje. Entre su obra publicada se encuentra: *Prácticas de literacidad en Comunicación al realizar investigación cualitativa; Efectividad de un curso de Gestión de la Información para promover alfabetización informativa en universidad, y Literacidad y alfabetización disciplinar: enfoques teóricos y propuestas pedagógicas.*

José Luis Bonilla Esquivel. Es filósofo, maestro y doctor en Educación. Es profesor de tiempo completo en CETYS Universidad, campus Tijuana, México, donde también es director del Colegio de

Ciencias Sociales y Humanidades. Se interesa por la investigación sobre competencia informativa, evaluación educativa y evaluación del aprendizaje. Entre su obra publicada se encuentra: *Academic Integrity of Undergraduates: The CETYS University Case*; *Artificial Intelligence and Labor: Media and Information Competencies Opportunities for Higher Education*, y *Alfabetización académica y disciplinar: intervención con estudiantes de doctorado en Educación*.

Manuela Badillo Gaona. Es licenciada en Relaciones Internacionales por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), maestra en Ciencias en Administración y Desarrollo de la Educación por el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y doctora en Pedagogía por la UNAM. Asimismo, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Dentro de su producción científica destacan capítulos de libros, artículos y reportes técnicos en temas relacionados con la línea de investigación a la que pertenece: “competencias en la práctica docente”, “gestión del conocimiento”, “manuales de investigación”, “estrategias de gestión”, “modelos educativos”, “gestión”, “liderazgo”, entre otros. Ha participado en más de sesenta eventos de investigación nacionales e internacionales (congresos, conferencias, simposios, seminarios, encuentros, redes, jornadas, coloquios, foros y más) como ponente, evaluadora, participante, asistente, tallerista, moderadora y conferencista, principalmente. Con veintisiete años en el ejercicio de la academia se ha desempeñado como docente en la Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl; en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec; en la Facultad de Estudios Superiores de Aragón de la UNAM, y docente investigadora de posgrado en el IPN. En el área de gestión ha ocupado cargos como coordinadora académica en el Centro de Maestros de Nezahualcóyotl; coordinadora y jefa de dos departamentos en los Servicios Educativos Integrados al Estado de México; directora de Vinculación y Extensión en el Tecnológico de Coacalco del Estado de México, y coordinadora de una especialidad y de un programa de posgrado en la ESCA Santo Tomás del IPN. Es docente-investigadora activa, cuenta con más de dieciocho años impartiendo clase, dirigiendo tesis y desarrollando proyectos de investigación en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Comercio y Administración, unidad Santo Tomás, del IPN, en áreas del conocimiento relacionadas con el programa de la Maestría en Administración en Gestión y Desarrollo de la Educación (MAGDE) y su Línea de Generación y Aplicación de Conocimiento: “Gestión estratégica para la planeación, evaluación y desarrollo de instituciones y sistemas educativos en el paradigma de la sociedad del conocimiento”.

Mariza Guadalupe Méndez López. Es licenciada en Lengua Inglesa por la Universidad Veracruzana; maestra en TESOL por la University of Manchester, en el Reino Unido, y en Psicopedagogía por

la Universidad de la Habana, Cuba; doctora en Educación por la University of Nottingham en el Reino Unido. Además, realizó una estancia postdoctoral en la University of Southampton en el Reino Unido (2015-2016) como becaria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). Es profesora-investigadora y cuenta con más de veinte años de experiencia en Instituciones de Educación Superior en México (UNACAR, UQROO, UV). Ha coordinado cuerpos académicos de investigación en el área de lenguas extranjeras. Sus áreas de investigación versan sobre los factores afectivos en el aprendizaje de lenguas extranjeras y el desarrollo profesional docente. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI-CONACyT). Actualmente es coordinadora de la maestría en la Enseñanza del Inglés como Lengua Extranjera en la Universidad Veracruzana, región Veracruz.

José Luis Cruz González. Es doctor en Psicología Educativa y del Desarrollo Humano por la Universidad Nacional Autónoma de México y profesor de tiempo completo de la carrera de Psicología en la Universidad del Valle de México. Es autor de artículos de divulgación científica en revistas indizadas nacionales e internacionales y ponente en congresos y talleres orientados a la investigación en psicología, metodologías de investigación, participación en el aula y análisis del discurso.

Edgardo Ruiz Carrillo. Es doctor en Investigación Psicológica por la Universidad Iberoamericana. Es profesor titular C Tiempo Completo en la Facultad de Estudios Superiores, plantel Iztacala, Nivel de PRIDE: C. Tiene artículos publicados en revistas indizadas nacionales y en revistas internacionales con respecto a la interacción en el salón de clases, además de colaboraciones y participaciones en revisión y actualización de programas y contenido de curso. Es responsable del Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME) de la Universidad Nacional Autónoma de México y cuenta con renovación de membresía en el Sistema Nacional de Investigadores durante el periodo 2022-2025 en Nivel I.

Valeria García Corona. Es licenciada en Psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala; becaria de investigación/colaborador en el Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME), con clave PE301620, enfocado en las estrategias de enseñanza-aprendizaje en el ámbito educativo; asistente y presentadora en el Congreso Nacional e Internacional de Psicología Educativa; participante en el diseño de aplicación de un taller de microenseñanza para la mejora de interacción en el aula y las estrategias de enseñanza del docente, y coautora de dos artículos de documentación científica en revistas indizadas.

Elsy Valeria Lemus Amescua. Es licenciada en Psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala; becaria de investigación/colaborador en el Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME), con clave PE301620, enfocado en las estrategias de enseñanza-aprendizaje en el ámbito educativo; participante en el diseño de aplicación de un taller de microenseñanza para la mejora de interacción en el aula y las estrategias de enseñanza del docente; presentadora en diversos congresos nacionales e internacionales en psicología educativa, y autora y coautora de dos artículos de documentación científica en psicología educativa en revistas indizadas.

Cristina Gómez Aguirre. Es licenciada en Psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala; participante y colaboradora en el Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME); participante en diversos congresos y apoyo en múltiples investigaciones desarrolladas dentro de grupos de enfermería y segunda lengua (inglés), y docente y coordinadora de talleres de microenseñanza dirigidos a profesores y académicos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, enfocados en el aprendizaje en línea, las TIC y motivación en el aula.

Objetivos de la revista

Innovación Educativa es una revista científica mexicana, arbitrada por pares a ciegas, indizada y cuatrimestral, que publica artículos científicos inéditos en español e inglés. La revista se enfoca en las nuevas aproximaciones interdisciplinarias de la investigación educativa para la educación superior, donde confluyen las metodologías de las humanidades, ciencias y ciencias de la conducta. *Innovación Educativa* es una revista que se regula por la ética de la publicación científica expresada por el *Committee of Publication Ethics*, COPE, y se suma a la iniciativa de acceso abierto no comercial (*open access*), por lo que no aplica ningún tipo de embargo a los contenidos. Su publicación corre a cargo de la Dirección de Formación e Innovación Educativa de la Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional. La revista sostiene un riguroso arbitraje por pares a ciegas que permite la igualdad de oportunidades para toda la comunidad científica internacional, guiándose por una política de igualdad de género, y rechazando abiertamente las prácticas de discriminación por raza, género o región geográfica.

Lineamientos para presentar originales

En su tercera época recibe contribuciones en español e inglés todo el año para la sección *Innovus*. *Innovación Educativa* incluye una sección temática en cada número llamada *Aleph*; los artículos para esta sección se solicitan por convocatoria abierta tres veces al año. Los trabajos de ambas secciones serán arbitrados por pares a ciegas, se analizan con software de coincidencias por lo que los autores deberán cuidar a detalle la originalidad, la redacción, el manejo de referencias y citas en estricto apego a los lineamientos de la revista. La originalidad, la argumentación inteligente y el rigor son las características que se esperan de las contribuciones.

Innovación Educativa únicamente recibe trabajos científicos inéditos y no acepta género periodístico. Con el fin de agilizar la gestión editorial de sus textos, los autores deben cumplir con las siguientes normas de estructura, estilo y presentación.

Tipos de colaboración

- ▶ **Investigación.** Bajo este rubro, los trabajos deberán contemplar criterios como el diseño pertinente de la investigación, la congruencia teórica y metodológica, el rigor en el manejo de la información y los métodos, la veracidad de los hallazgos o de los resultados, la discusión de resultados, conclusiones, limitacio-

nes del estudio y, en su caso, prospectiva. La extensión de los textos deberá ser de 15 cuartillas mínimo y 25 máximo, incluidas gráficas, notas y referencias. Las páginas deberán ir numeradas y estar escritas a espacio y medio. Estas contribuciones serán enviadas a las secciones *Aleph e Innovus*.

- ▶ **Intervenciones educativas.** Deberán contar con un sustento teórico-metodológico encaminado a mostrar innovaciones educativas. La extensión de estos trabajos es de 15 cuartillas mínimo y 25 máximo, incluidas gráficas, notas y referencias. Las páginas irán numeradas y se escribirán a espacio y medio. Estas contribuciones se enviarán a las secciones *Aleph e Innovus*.
- ▶ **Reseñas de libros.** Deberán aproximarse de manera crítica a las ideas, argumentos y temáticas de libros especializados. Su extensión no deberá exceder las tres mil palabras, calculadas con el contador de Word, incluidas gráficas, notas y referencias. Las páginas irán numeradas, con interlínea de espacio y medio. Estas contribuciones se enviarán a la sección *Ex-libris*.

Requisitos de entrega

- ▶ Los trabajos deberán presentarse en tamaño carta, con la fuente Times New Roman de 12 puntos, a una columna, y en mayúsculas y minúsculas.
- ▶ El título deberá ser bilingüe (español e inglés) y no podrá exceder las 15 palabras.
- ▶ Toda contribución deberá ir acompañada de un resumen en español de 150 palabras, con cinco a seis palabras clave que estén incluidas en el vocabulario controlado del IRESIE, más la traducción de dicho resumen al inglés (*abstract*) con sus correspondientes palabras clave o keywords (obsérvese la manera correcta de escribir este término). Las palabras clave se presentarán en orden alfabético. Puede acceder al vocabulario en la página electrónica www.iisue.unam.mx.
- ▶ Todos los trabajos deberán tener conclusiones.
- ▶ Los elementos gráficos (cuadros, gráficas, esquemas, dibujos, fotografías) irán numerados en orden de aparición y en el lugar idóneo del cuerpo del texto con sus respectivas fuentes al pie y sus programas originales. Es decir, *no deberán insertarse en el texto con el formato de imagen*. Las fotografías deberán tener mínimo 300 dpi de resolución y 140 mm de ancho.
- ▶ Se evitarán las notas al pie, a menos de que sean absolutamente indispensables para aclarar algo que no pueda insertarse en el cuerpo del texto. La referencia de toda cita textual, idea o paráfrasis se añadirá al final de la misma, entre paréntesis, de acuerdo con los lineamientos de la American Psychological Association (APA). La

lista de referencias bibliográficas también deberá estructurarse según las normas de la apa y cuidando que todos los términos (&, In, New York, etcétera) estén en español (y, En, Nueva York, etcétera). Todo artículo de revista digital deberá llevar el doi correspondiente, y a los textos tomados de páginas web modificables se les añadirá la fecha de recuperación. A continuación se ofrecen algunos ejemplos.

- Libro
 - Skinner, B. F. (1971). *Beyond freedom and dignity*. Nueva York, N. Y.: Knopf.
 - Ayala de Garay, M. T., y Schwartzman, M. (1987). *El joven dividido: La educación y los límites de la conciencia cívica*. Asunción, PA: Centro Interdisciplinario de Derecho Social y Economía Política (CIDSEP).
- Capítulo de libro
 - Helwig, C. C. (1995). Social context in social cognition: Psychological harm and civil liberties. En M. Killen y D. Hart (Eds.), *Morality in everyday life: Developmental perspectives* (pp. 166-200). Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Artículo de revista
 - Gozávez, V. (2011). Educación para la ciudadanía democrática en la cultura digital. *Revista Científica de Educomunicación* 36(18), 131-138.
- Artículo de revista digital
 - Williams, J., Mark G., y Kabat-Zinn, J. (2011) Mindfulness: Diverse perspectives on its meaning, origins, and multiple applications at the intersection of science and dharma. *Contemporary Buddhism* 12(1), 1-18. doi: 10.1080/14639947.2011.564811
- Fuentes electrónicas
 - Sistema Regional de Evaluación y Desarrollo de Competencias Ciudadanas (2010). *Sistema Regional de Evaluación y Desarrollo de Competencias Ciudadanas*. Recuperado de: http://www.sredecc.org/imagenes/que_es/documentos/SREDECC_febrero_2010.pdf
 - Ceragem. (n. d.). Support FAQ. Recuperado el 27 de julio de 2014, de: <http://basic.ceragem.com/customer/customer04.asp>

Entrega de originales

El autor deberá descargar del sitio web de la revista, llenar y adjuntar a su contribución el formato único que integra la siguiente información:

- ▶ Solicitud de evaluación del artículo. La declaración de autoría individual o colectiva (en caso de trabajos realizados por más de un autor); cada autor o coautor debe certificar que ha contribuido directamente a la elaboración intelectual del trabajo y que lo aprueba para ser evaluado por pares a ciegas y, en su caso, publicado. Declaración de que el original que se entrega es inédito y no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación. Datos: nombre, grado académico, institución donde labora, domicilio, teléfono, correo electrónico.
- ▶ Curriculum vitae resumido del autor, en hoja aparte.
- ▶ El trabajo y los documentos solicitados arriba se enviarán a la dirección electrónica:
coord.educativa.ie@gmail.com, con copia a innova@ipn.mx.

Journal scope

Innovación Educativa is a Mexican scientific journal; blind peer-reviewed, it is indexed and published every four months, presenting new scientific articles in Spanish and English. The journal focuses on new interdisciplinary approaches to educational research in higher education, bringing together the methodologies of the humanities, sciences and behavioral sciences. *Innovación Educativa* is a journal regulated by the ethics of scientific publications expressed by the Committee of Publication Ethics, COPE, and participates in the initiative for non-commercial open access, and thus does not charge any fees or embargo for its contents. It is published by the Editorial Coordination of the Office of Academic Affairs of the Instituto Politécnico Nacional, Mexico. The journal sustains a rigorous blind peer review process that enables equal opportunities for the international scientific community, guided by a policy of gender equality, and openly rejects practices of discrimination based on race, gender or geographical region.

Guidelines for presenting original works

In its third era, the journal receives contributions in Spanish and English throughout the year for the section *Innovus. Educational Innovation* includes a thematic section in each issue called *Aleph*; there is an open call for articles for this section three times a year. The papers published in both sections are subject to a blind peer review process and analyzed with software to detect plagiarism, so authors should ensure that the originality, composition, references and quotes adhere to the journal guidelines. Originality, intelligent argumentation and rigor are expected from the contributions.

Educational Innovation only receives previously unpublished scientific papers and does not accept journalistic work. In order to facilitate the editorial administration of their texts, authors must comply with the following regulations of structure, style and presentation.

Types of collaboration

- ▶ **Research.** The papers in this category must take into account criteria such as relevant research design, theoretical and methodological congruence, rigor in the handling of information and methods, accuracy in discoveries or results, discussion of results, conclusions, limitations of the study, and future possibilities when applicable. Texts must be between 15 and 25 pages long, including

graphs, notes and references. Pages must be numbered, with 1.5 line spacing. These contributions will be sent to the sections *Aleph* and *Innovus*.

- ▶ **Educational interventions.** These papers must include a theoretical-methodological foundation focused on presenting educational innovations. These papers should be between 15 and 25 pages long, including graphs, notes and references. Pages must be numbered, with 1.5 line spacing. These contributions will be sent to the section *Aleph* and *Innovus*

Submission requirements

- ▶ Manuscripts must be on a letter-sized paper, in 12-point Times New Roman font, in a single column, with correct use of capital and lower-case letters.
- ▶ The title must be bilingual (Spanish and English) and must not exceed fifteen words.
- ▶ All contributions must include a 150-word abstract in Spanish, with five or six keywords that are included in the vocabulary database of the IRESIE, as well as a translation of the abstract and keywords in English. The vocabulary database can be consulted at www.iisue.unam.mx.
- ▶ All manuscripts must include conclusions.
- ▶ Graphic elements (charts, graphs, diagrams, drawings, tables, photographs) must be numbered in the order in which they appear, with correct placement in the text, with captions and credits to the original source. They should not be inserted as images into the body text. Photographs must have a minimum resolution of 300 dpi, and a width of 140 mm.
- ▶ Footnotes should be avoided, unless absolutely necessary to clarify something that cannot be inserted into the body text. All bibliographical references (textual quotations, ideas, or paraphrases) should be added as endnotes in accordance with the American Psychological Association (APA) guidelines, respecting the correct font usage (roman and italic). If your article is in Spanish all terms should be in this language. Otherwise, all should be in English. All articles from digital journals should include the correspondent doi [Digital Object Identifier]. Texts from modifiable Web pages must include the retrieval date. The format can be seen in the following examples:
 - Book
 - Skinner, B. F. (1971). *Beyond freedom and dignity*. New York, NY: Knopf.
 - Kalish, D., and Montague, R. (1964). *Logic: Techniques of formal reasoning*. New York, NY: Oxford University Press.

- Book chapter
 - Helwig, C. C. (1995). Social context in social cognition: Psychological harm and civil liberties. En M. Killen y D. Hart (Eds.), *Morality in everyday life: Developmental perspectives* (pp. 166-200). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Journal article
 - Geach, P. T. (1979). On teaching logic. *Philosophy*, 54(207), 5-17.
- Digital journal article
 - Williams, J., Mark G., y Kabat-Zinn, J. (2011) Mindfulness: Diverse perspectives on its meaning, origins, and multiple applications at the intersection of science and dharma. *Contemporary Buddhism* 12(1), 1-18. doi: 10.1080/14639947.2011.564811
- Electronic sources
 - Bakó, M. (2002). Why we need to teach logic and how can we teach it? *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, (October, ISSN 1473-0111.). Available at: <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/bakom.pdf>
 - Ceragem. (n. d.). Support FAQ. Retrieved on July 27, 2014 from: <http://basic.ceragem.com/customer/customer04.asp>

Submission of originals

From the journal's website, the author must download, fill out and attach the submission format with the following information:

- ▶ Request for paper evaluation. The declaration of individual or collective authorship (in case of works by more than one author); each author or coauthor must certify that he or she has contributed directly to the intellectual creation of the work and agrees to a blind peer review and to publication, when applicable. The declaration that the original that is being submitted is unpublished and it not in the process of evaluation by any other publication. Information: name, academic degree, institution, address, telephone number, e-mail.
- ▶ Brief C.V. of the author, on a separate page.
- ▶ The paper and requested documents should be sent to the following e-mail:
coord.educativa.ie@gmail.com, with a copy to innova@ipn.mx.

Innovación Educativa

Revista científica mexicana, arbitrada por pares a ciegas.

Volumen 23, número 93, septiembre-diciembre de 2023



a investigadores, docentes, estudiantes de posgrado y a la comunidad académica internacional, a colaborar con artículos de investigación inéditos tanto en español como en inglés, para integrar su sección temática Aleph del número 93 que se enfoca a:

La Guerra y la universidad

Se consideran las siguientes temáticas relacionadas, aunque no exclusivas:

- ◆ El impacto de la nueva geopolítica y la guerra en los sistemas universitarios a escala global
- ◆ Adaptación de los modelos educativos universitarios ante la posguerra
- ◆ Las comunidades universitarias ante un escenario distópico
- ◆ Entre otros

Fecha límite de recepción de trabajos para la sección temática *Aleph*:
28 de abril de 2023

Consulta de lineamientos para envío de originales en:
www.innovacion.ipn.mx

Envío de colaboraciones a los correos: innova@ipn.mx con copia a
coord.educativa.ie@gmail.com

Innovación Educativa (ISSN 2594-0392) Innovación Educativa es una revista científica mexicana, arbitrada por pares a ciegas, indizada y cuatrimestral, publica artículos científicos inéditos en español e inglés. La revista se enfoca en las nuevas aproximaciones interdisciplinarias de la investigación educativa para la educación superior, donde confluyen las metodologías de las humanidades, ciencias y ciencias de la conducta.

Atención comunidad politécnica Recuerda

Todos los cursos, talleres y diplomados que generan la DFIE y las dependencias politécnicas, con Clave Única de Registro (CUR), son gratuitos para el personal del IPN.



DFIEIPN

Más información en: www.ipn.mx/dfie/



DFIE.IPN/



IPN_DFIE?s=09



DFIE-IPN



INNOVACIÓN
EDUCATIVA



www.innovacion.ipn.mx