

INNOVACIÓN EDUCATIVA

Volumen 20

82

■ CUARTA ÉPOCA ■

enero-abril, 2020

january-april, 2020

ISSN 1665-2673

EN LA SECCIÓN ALEPH

Industria 4.0 en la agricultura y la ingeniería automotriz

Industry 4.0 in agriculture and automotive engineering

EUGENIO ELISEO SANTACRUZ DE LEÓN VÍCTOR HERMINIO PALACIO MUÑOZ ALFONSO VARGAS LÓPEZ
JOSÉ MIGUEL CORTÉS CABALLERO ÁNGEL ADMIN PÉREZ MARTÍNEZ JOSÉ EDUARDO MEJÍA VILLEGAS
MACARIA HERNÁNDEZ CHÁVEZ DIEGO A. FABILA BUSTOS LUIS F. HERNÁNDEZ QUINTANAR
LYA ADLIH OROS-MÉNDEZ MARÍA LISSETH FLORES CEDILLO JOSÉ TÉLLEZ ESTRADA
ÁNGEL LUIS RODRÍGUEZ MORALES ROGEL FERNANDO RETES-MANTILLA IRMA GLORIA ARREGUI EATON
ALICIA ALELÍ CHAPARRO CASO-LÓPEZ JONATHAN CERVANTES-BARRAZA JOAN SEBASTIÁN ORDOÑEZ-CUASTUMAL
ARMANDO MORALES-CARBALLO ANNIA ESTHER VIZCAINO ESCOBAR ANNIARA RAMOS AVILÉS
SARA ELVIRA GALBÁN LOZANO CLAUDIA FABIOLA ORTEGA BARBA MARÍA TERESA NICOLÁS GAVILÁN



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



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

Instituto Politécnico Nacional

Mario Alberto Rodríguez Casas
DIRECTOR GENERAL

María Guadalupe Vargas Jacobo
SECRETARIA GENERAL

Jorge Toro González
SECRETARIO ACADÉMICO

Juan Silvestre Aranda Barradas
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Luis Alfonso Villa Vargas
SECRETARIO DE EXTENSIÓN
E INTEGRACIÓN SOCIAL

Adolfo Escamilla Esquivel
SECRETARIO DE SERVICIOS EDUCATIVOS

Reynold Ramón Farrera Rebollo
SECRETARIO DE GESTIÓN ESTRATÉGICA

Jorge Quintana Reyna
SECRETARIO DE ADMINISTRACIÓN

Eleazar Lara Padilla
SECRETARIO EJECUTIVO DE LA
COMISIÓN DE OPERACIÓN Y FOMENTO DE
ACTIVIDADES ACADÉMICAS

Guillermo Robles Tepichin
SECRETARIO EJECUTIVO DEL PATRONATO DE
OBRAS E INSTALACIONES

José Juan Guzmán Camacho
ABOGADO GENERAL

Modesto Cárdenas García
PRESIDENTE DEL DECANATO

“La Técnica al Servicio de la Patria”

www.ipn.mx

INNOVACIÓN
EDUCATIVA

INNOVACIÓN

E D U C A T I V A

Volumen 20

82

■ CUARTA ÉPOCA ■

enero-abril, 2020
january-april, 2020
ISSN 1665-2673

SECCIÓN ALEPH

Industria 4.0 en la agricultura y la ingeniería automotriz

Industry 4.0 in agriculture and automotive engineering

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

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



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. *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 Coordinación Editorial de la Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional.

Número de certificado de reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derecho de Autor:

04-2006-053010202400-102

Número de certificado de licitud de título: 11834

Número de certificado de licitud de contenido: 8435

Número de ISSN: 1665-2673

ISSN electrónico: 2594-0392

Sistema de Calidad Certificado N° 10 950 227

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»; Rebiun; 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.

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

Domicilio de la publicación y distribución
Coordinación Editorial,
Edificio de la Secretaría Académica, 1er piso,
Unidad Profesional «Adolfo López Mateos»,
Avenida Luis Enrique Erro s/n,
Zacatenco, C.P. 07738,
Alcaldía Gustavo A. Madero, CDMX, México
Tel: 5729 6000, exts. 50403 y 50530
Correo: innova@ipn.mx
Web: www.innovacion.ipn.mx

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.

Tiro: 500 ejemplares

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, México.

Number of reserve certificate given by the Instituto Nacional de Derecho de Autor:

04-2006-053010202400-102

Number of certificate of title lawfulness: 11834

Number of certificate of content lawfulness: 8435

ISSN Number: 1665-2673

Electronic ISSN: 2594-0392

Certified Quality System N° 10 950 227

INDEXING

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; Dialnet; Ranking Redib-Clarivate Analytics; Índice Internacional «Actualidad Iberoamericana»; Rebiun; CREDI de la OEI; IRESIE. Registered in the HELA and CATMEX catalogues; 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.

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

Publication and distribution address
Coordinación Editorial
Edificio de la Secretaría Académica, 1er piso
Unidad Profesional «Adolfo López Mateos»
Avenida Luis Enrique Erro s/n
Zacatenco, C.P. 07738
Alcaldía Gustavo A. Madero, CDMX, México
Phone: 5729 6000, exts. 50530 y 50403
E-mail: innova@ipn.mx
Web: www.innovacion.ipn.mx

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.

Print run: 500 copies

Contenido

[ALEPH]

Editorial	5
La agricultura y la educación agrícola superior mexicanas en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial Mexican agriculture and higher agricultural education in the context of the Fourth Industrial Revolution	9
▶ Eugenio Eliseo Santacruz De León, Víctor Herminio Palacio Muñoz, Alfonso Vargas López	
La formación de ingenieros en sistemas automotrices mediante la realidad aumentada Automotive system engineers training through augmented reality	23
▶ José Miguel Cortés Caballero, Ángel Admin Pérez Martínez, José Eduardo Mejía Villegas, Macaria Hernández Chávez, Diego A. Fabila Bustos, Luis F. Hernández Quintanar	
La reingeniería administrativa en una Institución de Educación Superior armonizada por la Industria 4.0: evidencia de la inteligencia de datos Administrative reengineering in a higher education institution harmonized by Industry 4.0: evidence of data intelligence	43
▶ Lya Adlih Oros-Méndez, María Lisseth Flores Cedillo, Ángel Luis Rodríguez Morales, Rogel Fernando Retes-Mantilla, José Téllez-Estrada	

[INNOVUS]

Análisis comparativo de las estrategias para la evaluación de la práctica docente empleadas en escuelas secundarias de Baja California Comparative analysis of the strategies for the evaluation of teaching practice used in secondary schools in Baja California	65
▶ Irma Gloria Arregui Eaton, Alicia Alelí Chaparro Caso-López	
Los argumentos de estudiantes universitarios en la solución de problemas sobre ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) University students' arguments in solving ordinary differential equations	81
▶ Jonathan Cervantes-Barraza, Joan Sebastián Ordoñez-Cuastumal, Armando Morales-Carballo	
Autoeficacia percibida en situaciones académicas: una alternativa de innovación educativa Perceived self-efficacy in academic situations: an alternative to educational innovation	103
▶ Annia Esther Vizcaino Escobar, Anniara Ramos Avilés	
Innovación en la enseñanza de la ética profesional en Derecho: el uso de las series de televisión Innovating the teaching of professional ethics in law: The use of television series	127
▶ Sara Elvira Galbán Lozano, Claudia Fabiola Ortega Barba, María Teresa Nicolás Gavilán	
Colaboradores	147
Lineamientos 2020	154
Guidelines 2020	158

DIRECTOR
Jorge Toro González

EDITOR EN JEFE / EDITOR IN CHIEF
Jesús Albino Mendoza Álvarez

Comité Editorial Editorial Board

Asoke Bhattacharya
Teerthanker 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 Vítale
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

Maria 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*
ISUJE, 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 Pluinage
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 Ferreira 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 Urrutia*
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

Equipo Editorial Editorial Staff

Juan J. Sánchez Marín
Diseño y desarrollo WEB
Web Development and Design

Sanam Eshghi-Esfahani
Traductora
Translator

Beatriz Arroyo Sánchez
Asistente Ejecutiva
Executive Assistant

Jaqueline Galicia Olvera
Asistente editorial
Editorial Assistant

Quinta del Agua Ediciones
Cuidado de la edición, diseño y formación
Proof editing, design and page layout

El vertiginoso avance de la Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 (I 4.0) está exigiendo respuestas inmediatas de las naciones que no quieren quedarse rezagadas en su crecimiento y desarrollo económicos, especialmente, en los sectores educativo y productivo, donde las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han generado nuevos paradigmas productivos y educativos, como en el caso de la agricultura, de la educación superior agrícola y la formación de ingenieros automotrices.

En efecto, el sector primario de la agricultura está próximo a ser fuertemente impactado por la digitalización de sus procesos productivos y cadenas de valor promovidos por los corporativos mundiales de la agroindustria en ámbitos que abarcan desde la preparación de las tierras de cultivo, la programación genética de semillas, la maquinaria robotizada de cultivo, el monitoreo en línea de su crecimiento y cosecha, la reacción de los vegetales al entorno ecológico y ambiental, hasta su distribución y consumo, desde una perspectiva capitalista mundial. Sin olvidar que los efectos productivos de la I 4.0 en la agricultura sucederán en comunidades ancestrales arraigadas a la tierra y a su cosmovisión del planeta como un ser vivo.

Ante esta problemática nacional, investigadores del Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Universidad Autónoma Chapingo y de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional presentan en este número 82 de *Innovación Educativa* las implicaciones de la Cuarta Revolución Industrial en la agricultura y la educación superior agrícola. En su revisión documental, Santa Cruz de León y Vargas López encontraron que tan solo 33.5% de las unidades económicas rurales (UER) utiliza alguna Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC), referida en más de 90% a la telefonía celular. El problema de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2017 es que no indaga sobre otras TIC, como los drones, tractores autónomos y robots, lo cual revela el atraso tecnológico de la agricultura mexicana.

En lo referente a la educación superior, Santa Cruz y Vargas advierten que “los aspectos relativos a la nanotecnología, la biotecnología, la ciencia de materiales y el almacenamiento de energía, entre otros, demandan cambios en los arreglos institucionales

y curriculares de las IEAS, tanto en el campo del desarrollo tecnológico como en el de la aplicación cotidiana”.

En algunas de sus conclusiones estos autores especifican que las IES agropecuarias “no han realizado estudios prospectivos que les permitan ubicar las necesidades básicas del sector relativas a las aplicaciones de las TIC en el ámbito del proceso de la enseñanza-aprendizaje, pues siguen usando métodos de enseñanza tradicional . . . ni han realizado un análisis estratégico de la importancia de usar las TIC en el aspecto educativo . . . ni han llevado a cabo acciones de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para generalizar la información y el conocimiento científico que se genera en ellas”.

Por su parte, investigadores de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Hidalgo plantean en su artículo que los “métodos de educación tradicionales están llegando a su límite cuando se trata de preparar a empleados calificados para poder cumplir con los requisitos de la Industria 4.0, por tal motivo, se ha requerido adaptar los métodos educativos”.

En esta orientación, Cortés Caballero y colaboradores consideran que las tecnologías de realidad aumentada son pilares para formar a nuevos ingenieros, ya que en el sector productivo estas tecnologías son herramientas indispensables en los procesos de producción.

Por lo anterior, los investigadores politécnicos describen en su artículo el desarrollo de un manual basado en la realidad aumentada que permite a los alumnos de Ingeniería en Sistemas Automotrices del IPN entender el funcionamiento de un motor de cuatro tiempos y su relación con el ciclo termodinámico Otto.

Estos autores afirman que “la educación debe irse adaptando a la Cuarta Revolución Industrial para mejorar y facilitar el aprendizaje de los estudiantes y asegurar su adaptación al entorno laboral”. Y concluyen que “el rápido crecimiento y la implementación de la Industria 4.0 implican que los alumnos de ingeniería deben adaptarse a la transformación digital”.

[ALEPH]

La agricultura y la educación agrícola superior mexicanas en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial

Eugenio Eliseo Santacruz De León
Víctor Herminio Palacio Muñoz
Universidad Autónoma Chapingo
Alfonso Vargas López
Instituto Politécnico Nacional

Resumen

Los objetivos del presente artículo son: 1) realizar una discusión sobre las implicaciones de la Cuarta Revolución Industrial (4RI) en la agricultura y la educación agrícola superior mexicanas, 2) ubicar las implicaciones tecnológicas y educativas de la misma y 3) sugerir posibles líneas de acción para quienes toman decisiones en las dependencias gubernamentales y en las instituciones de educación agrícola y de investigación orientadas al sector agrícola. Los diversos actores productivos e institucionales del sector agrícola deben considerar los posibles impactos de la 4RI. Esta revolución significa un conjunto de retos para la educación agrícola superior, entre ellos, la necesidad de adecuar los planes y programas de estudio, así como desarrollar proyectos de investigación pertinentes según las demandas de las empresas que adopten acciones en el contexto de la misma.

Palabras clave

Agricultura de precisión, Cuarta Revolución Industrial, Internet de las Cosas, Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Mexican agriculture and higher agricultural education in the context of the Fourth Industrial Revolution

Abstract

The objectives of this article are: 1) to discuss the implications of the Fourth Industrial Revolution (FIR) in agriculture and higher Mexican agricultural education, 2) to find its technological and educational implications, and 3) to suggest possible lines of action for decision makers in government agencies and in agricultural education and research institutions oriented towards the agricultural sector. The various productive and institutional actors of the agricultural sector must take into consideration the possible impacts of the FIR. This Revolution means a set of challenges for higher agricultural education, such as adapting plans and study programs and research projects relevant to the demands of companies that adopt actions in this context.

Keywords

Precision Agriculture, Fourth Industrial Revolution, Internet of Things, Information and Communication Technologies.

Recibido: 13/06/2019

Aceptado: 22/10/2019

Introducción

El mundo está experimentando un cambio de época. Como en otros momentos de la historia planetaria, dichos cambios son producto de transformaciones tecnológicas en los modos de producción y en el mundo del trabajo (Dirksen, 2019). Las grandes modificaciones socioeconómicas, también conocidas como revoluciones industriales, han tenido como base el descubrimiento de nuevas formas de energía y nuevos medios de comunicación (Rifkin, 2015; Rifkin et al., 2010). La primera desempeña un papel importante en el proceso evolutivo humano, de tal modo que las culturas o sociedades humanas pueden considerarse como organizaciones o formas de energía (White, 1943; Pacheco Florez, Melo Poveda, 2015). Es por ello que Gómez (2010) afirma: “Lo que más nítidamente nos diferencia del resto de especies animales es nuestra capacidad de usar energía externa a [sic] nuestro propio metabolismo biológico para alimentar funciones sociales”. (p. 160)

Cada una de las denominadas revoluciones industriales se expresa en una matriz que articula energía-comunicación-información-transporte. Esto es el resultado de una nueva manera de aprovechar o manejar la energía existente y de expresarla en nuevos medios de comunicación/información, de transporte humano y del acarreo de la producción (cuadro 1).

Es importante tener en consideración dos cuestiones. En primer lugar, la existencia de otras revoluciones que en *stricto sensu* no se podrían llamar revoluciones industriales, por ejemplo, la revolución neolítica o la revolución agrícola. En segundo lugar, la presencia de controversias sobre la periodización de las revoluciones industriales. Por ejemplo, la llamada “Tercera Revolución Industrial”, denominada además “Revolución científico-tecnológica (RCT)”, “Revolución de la Inteligencia (RI)”, es una propuesta de Jeremy Rifkin, aprobada en 2007 por el Parlamento Europeo en una declaración formal (Rifkin et al. 2010). Otro caso es la

Cuadro 1. Revoluciones industriales y su matriz energía-comunicación-transporte.

Revolución	Año	Energía	Comunicación/Información/Transporte
Primera	1784	Carbón/vapor de agua	Ferrocarril/barcos de vapor
Segunda	1870	Electricidad/petróleo	Automóvil/telégrafo/teléfono/avión
Tercera (Revolución científico-tecnológica)	1969	Energía nuclear/fisión nuclear	Tecnología de la Información/internet/satélites. Automóvil, avión.
Cuarta (Industria 4.0)	2016	Hidrógeno/energía solar	Vehículo eléctrico. Sistemas ciberfísicos. Sistema de red eléctrica inteligente, automóvil autónomo, robótica, domótica.

Fuente: elaboración propia, a partir de Rifkin (2015), Rifkin et al (2010) y Schwab (2015).

denominada “Cuarta Revolución Industrial” o “Industria 4.0” por Klaus Schwab, en 2015, en el World Economic Forum de Davos.

Rifkin y Schwab observan el proceso de la siguiente manera: Schwab (2015) arguye tres razones para sostener que estamos ante una cuarta revolución: 1) la velocidad, el alcance y el impacto de los sistemas; 2) perturba a casi todas las industrias en todos los países (incluida la agricultura industrial); y 3) la transformación de sistemas completos de producción, gestión y gobierno. Rifkin toma en consideración estos elementos, pero agrega un factor clave: la energía y su fusión con la tecnología de la internet (2011).

Los objetivos de este artículo son: 1) discutir de manera sintética las implicaciones de la Cuarta Revolución Industrial (4RI) o Industria 4.0 en la agricultura y la educación agrícola superior mexicanas, particularmente respecto a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC); 2) hacer visibles sus implicaciones tecnológicas y educativas; 3) proponer posibles acciones estratégicas a quienes toman decisiones en las dependencias gubernamentales, en las instituciones de educación agrícola y en las de investigación orientadas a este sector.

El texto está estructurado en cuatro partes. En la primera, se describen algunas características de la agricultura mexicana, para contextualizar los retos que para ella le significa la Cuarta Revolución Industrial. La segunda parte enmarca algunas acciones que la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) ha desarrollado en el marco de la 4RI. El tercer apartado se enfoca en presentar de manera breve las acciones emprendidas respecto al uso de las TIC en la Universidad Autónoma Chapingo. Cierra el texto con una reflexión puntual sobre algunas líneas de acción que tienen los funcionarios de la Sader y de la Universidad Autónoma Chapingo a cargo de tomar decisiones ante la denominada 4.0.

Estrategia metodológica

Con el fin de lograr los objetivos antes planteados se realizaron las siguientes acciones: a) una amplia revisión de la literatura sobre la Cuarta Revolución Industrial, con el fin de tener claridad sobre sus impactos e implicaciones; b) la identificación de bases de datos (Encuesta Nacional Agropecuaria aplicadas en 2015 y 2017) y de la literatura científica sobre el uso de las TIC, tanto en las actividades agrícolas como en las de enseñanza-aprendizaje de las Instituciones de Educación Agrícola Superior (IEAS); c) la revisión de la página *web* “Plan de Desarrollo Institucional 2009-2025” y el microsítio “Unidad de Planeación, Organización y Métodos de la Universidad Autónoma Chapingo”, para identificar lo referente al uso de las TIC; d) se examinaron los planes y programas de estudio de la carrera de Ingeniería Agrícola, para identificar

el uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje; y, por último, e) en el caso de la Sader, se examinaron y analizaron las acciones que realiza el área enfocada en el impulso de las TIC en el sector agropecuario.

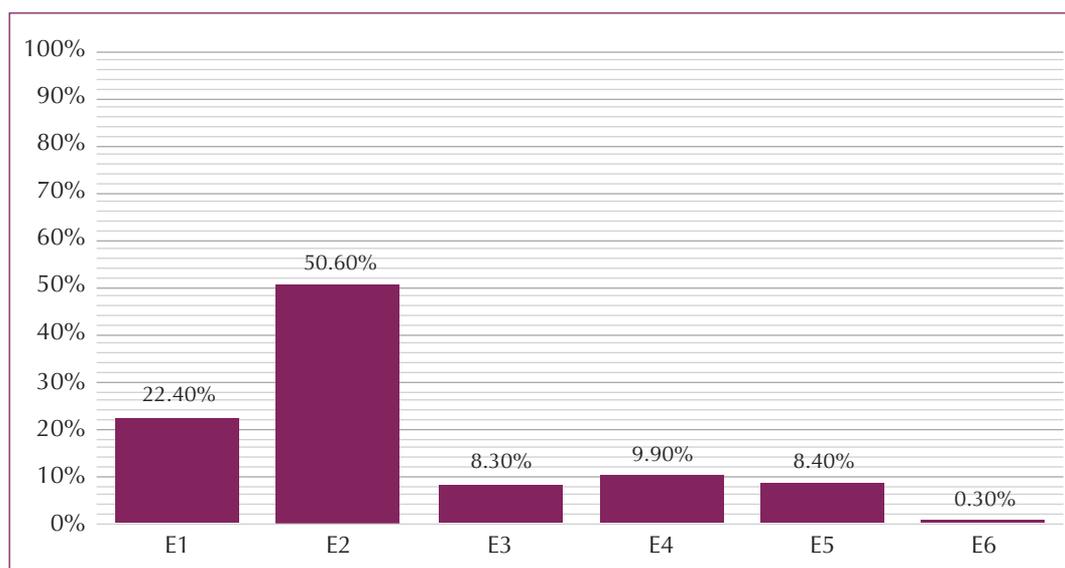
La agricultura mexicana

México tiene una extensión territorial de 198 millones de hectáreas, de las cuales 145 se dedican a actividades agropecuarias; aproximadamente 30 millones se destinan a la agricultura, mientras que 115 son agostaderos; los bosques y selvas abarcan 45.5 millones de hectáreas.

Si sólo se hace referencia a las labores del campo, el PIB es de 4%; pero si se incluye la agroindustria, alcanza 9%. La agricultura es una de las actividades primordiales en el medio rural, donde habita 25% de la población nacional en pequeñas localidades rurales. Esto constituye alrededor de 24 millones de personas (FAO, 2018).

Algunas de las características del sector son: la población rural ha envejecido; los jóvenes rurales no tienen tierras; la feminización del campo indica que las mujeres poseen 18% de los terrenos agrícolas, en comparación con 1% de hace 30 años (FAO, 2018); existen 5.4 millones de unidades económicas rurales (UER) que evidencian una heterogeneidad estructural, según los criterios de la Sagarpa y de la FAO, con base en el valor de las ventas (figura 1). Los estratos son los siguientes: el estrato 1 tiene 1 192 029 de UER, las cuales no tienen ningún vínculo con el mercado; sus ventas consisten en “excedentes no planeados” y, por ser unidades de autoconsumo, no lo consideran relevante. El estrato 2 está constituido por UER familiares de subsistencia vinculadas al mercado y está constituido por 2 696 735 de unidades, con un ingreso promedio por ventas de 17 205 pesos. El tercer estrato está compuesto por las UER en transición y suma 442 370 unidades, con ventas por 73 931 pesos. El estrato 4, denominado “Empresarial con rentabilidad frágil”, está compuesto por 448 101 UER, las cuales tienen un ingreso promedio de 151 958 pesos. El quinto estrato, “Empresarial pujante”, lo conforman 448 101 UER, que tienen un ingreso por ventas de 562 433 pesos. Finalmente, el estrato 6, “Empresarial dinámico”, agrupa 17 633 UER, y cuenta con un ingreso por ventas promedio de 11 700 000 pesos (Sagarpa-FAO, 2014).

La heterogeneidad está marcada por la diferenciación de las extensiones promedio de las UER, por el acceso a los insumos (fertilizantes y agua, entre otros) y a la tecnología. Por ejemplo, de acuerdo con datos de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2017 (ENA, 2017), 21% de la superficie agrícola (6 810 762 hectáreas) cuenta con riego, la mayor proporción de riego rodado (70.8%);

Figura 1. Los estratos de las UER en el sector rural y pesquero (2015).

Fuente: elaborada con base en Sagarpa-FAO (2015).

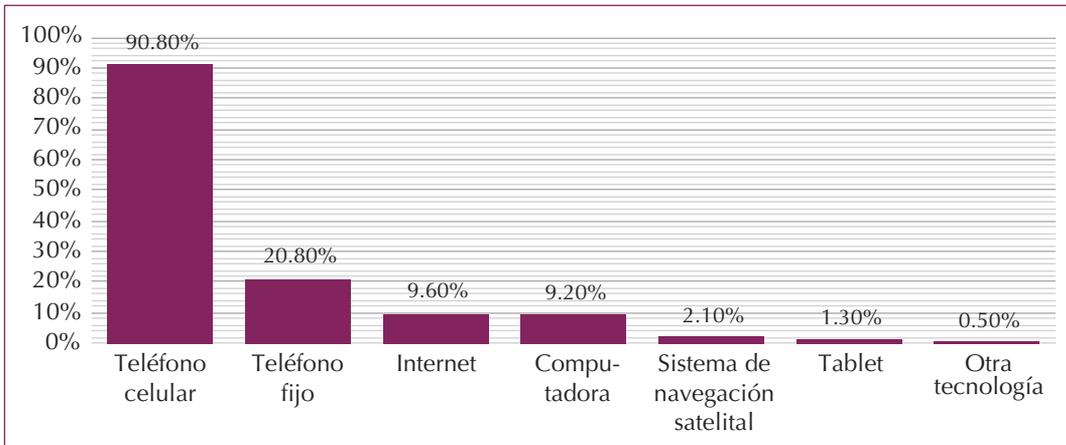
mientras que el resto usa riego por microaspersión, aspersión, goteo y en tiempo real. En cuanto al uso de tractores, la ENA (2017) muestra que 44.3% de dicha maquinaria tiene más de 15 años; y 12.1% más de 10 años, es decir, un parque vehicular bastante viejo.

En lo que respecta al uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), la ENA (2017) señala que 33.4% de las unidades de producción utilizan alguna TIC, lo que representó un incremento de 12% respecto a la ENA 2014, como se ilustra en la figura 2, donde se puede observar que el mayor porcentaje de las unidades usa el teléfono celular; mientras que las demás participan en proporciones relativamente bajas de internet y equipo de cómputo.

Desafortunadamente, el módulo de preguntas sobre el uso de las TIC en la ENA es bastante restringido, y no indaga sobre el uso de otro tipo de TIC, como, por ejemplo, drones, tractores autónomos y robots; o bien, pregunta con mayor especificidad sobre el uso particular de las TIC enlistadas en dicho módulo. Por tanto, sería pertinente preguntar si el uso del teléfono celular fue para algún asunto relativo a la unidad de producción y, también, si se utilizó alguna aplicación (*app*). Éste es un aspecto susceptible de mejora en la siguiente encuesta, tanto en este como en otros módulos.

Con un enfoque de cadena de valor, Rodríguez-Lemus, Valencia-Pérez y Peña-Aguilar (2018) analizan el impacto de las Tecnologías de la Información (TI) en la agricultura protegida y

Figura 2. Tecnologías de la Información y Comunicación usadas por Unidades de Producción Rural (2017).



Fuente: elaborada con información de la ENA (2017).

sostienen que la existencia y el uso de estas tecnologías contribuye a disminuir costos y confiere rapidez al acceso de información. El uso de las TI, expresadas en portales y sitios web, permite que los productores accedan a información relevante del sector (proveedores de insumos, directorio de importadores y exportadores, información sobre inocuidad, plagas y enfermedades).

La agricultura mexicana en el contexto de la 4.0

En el marco técnico-productivo existen otros actores involucrados que son relevantes para el sector agropecuario. En este apartado se van a abordar dos de ellos: la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader, antes Sagarpa) y los técnicos de campo, específicamente los denominados Prestadores de Servicios Profesionales (PSP).

En lo que respecta a la Sader, tiene un área que impulsa “el uso de la tecnología a través de aplicaciones para dispositivos móviles que facilitan el acceso a la información del sector” (Sader s/f), denominada Apps Sader, la cual ha desarrollado tres aplicaciones: Mercados, Apoyo y Produce. Dado que no es el propósito del presente texto analizar cada una de ellas, solamente desarrollaremos algunos aspectos respecto a la primera. De ésta, la propia Sader señala que “es una herramienta que proporciona un servicio global a los productores Agrícolas, Pecuarios y Pesqueros para comercializar sus productos en mercados nacionales e internacionales y que, a su vez, permita a los usuarios interesados en estos productos realizar trato directo con los productores, sin intermediarios” (Apps Sader s/f). La aplicación busca generar

beneficios para los productores al acceder a información pertinente de directorios de productores, agencias certificadoras, directorio de compradores y demás. Aunado a lo anterior, en actualizaciones recientes se han incorporado módulos sobre precios y ofertas relámpago. Sin duda éste es un esfuerzo importante, pero se enfrenta a varios retos, como la cobertura de la telefonía celular. En México, cerca de 20 millones de habitantes no tiene acceso al servicio de telefonía celular, lo cual se traduce en que 16% de la población total carece del servicio; 78% de las personas mayores de seis años residentes en zonas urbanas cuenta con este servicio, en tanto que solamente 54% de esta población residente en áreas rurales tiene el servicio de telefonía celular (IFT, 2018). La brecha es muy amplia, y un porcentaje aún no determinado son habitantes rurales pobres, probablemente productores agrícolas.

Ahora bien, en lo que respecta al segundo actor, los técnicos extensionistas, también llamados Prestadores de Servicios Profesionales (PSP), se han realizado escasas investigaciones sobre el uso de las TIC. González et al (2015) realizaron un análisis de su utilización en el extensionismo agrícola en el “Programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro)” desarrollado conjuntamente por la Sagarpa y el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT). Los hallazgos del estudio no se diferencian sustancialmente en lo que reporta la ENA (2017) para el uso de las TIC por los productores.

El uso de las TIC reportado por González y coautores es muy básico; se centra en el uso de la paquetería (*software*); la conexión vía Whatsapp, Twitter y Skype; y la búsqueda de información general y de precios agrícolas. Autores como Santiago y colaboradores (2015) consideran que el uso de las TIC contribuye a incrementar la productividad y competitividad de las empresas del sector agropecuario al facilitar a los productores el acceso a los mercados.

Cuadro 2. Las TIC utilizadas por los técnicos en el programa MasAgro.

TIC utilizada	% de asesores técnicos que la utilizan
Teléfono celular	90
Teléfono fijo	70
Smartphone	15
Computadora de escritorio	61
Computadora portátil	39

Fuente: González et al. (2015).

La educación superior, la investigación agrícola y la 4.0

La educación superior y la investigación agrícola en México tienen una dilatada experiencia, el desenvolvimiento de las Instituciones de Educación Agrícola Superior y de Investigación (IEAS) es diverso y por momentos se entrecruzan. La 4RI tiene impactos significativos en los más diversos sectores de la economía, la educación y la investigación agrícola. Los aspectos relativos a la nanotecnología, la biotecnología, la ciencia de materiales y el almacenamiento de energía, entre otros, demandan cambios en los arreglos institucionales y curriculares de las IEAS, tanto en el campo del desarrollo tecnológico como en el de la aplicación cotidiana. De acuerdo con Schwab (2015), las “posibilidades de millones de personas conectadas por dispositivos móviles, con una capacidad de procesamiento, capacidad de almacenamiento y acceso al conocimiento sin precedentes, son ilimitadas”. (p. 2)

El desempeño de las IEAS en el ámbito de las tecnologías asociadas es variable. Según Huffman y Victorino (2014):

Una de las reformas más importantes previstas para los futuros posibles de las EAS es el cambio de paradigmas en tecnociencia para la estructuración formal y procesual-práctica de los planes de estudio. La investigación científica (IC) y la investigación tecnológica (IT), como procesos de generar conocimientos especializados y de producir e innovar prácticas respectivamente, se gestan en las EAS como productos sociales que obedecen a su organización y estructura, así como a la condición de actores educativos. (p. 293)

El uso y la aplicación de las TIC en la educación han transformado la visión que se tiene de la educación presencial y a distancia. Esto ha inducido a las universidades a interesarse en el desarrollo de programas educativos, de capacitación y actualización (Victorino, 2008). Collins (1999) sostiene que existen tres razones fundamentales por las cuales las IES deben aprovechar las TIC: a) para generar procesos de aprendizaje orientados al aprendizaje, es decir, un proceso de autoaprendizaje; b) la diversidad de la población que accede a la educación superior (un considerable número de estudiantes trabaja y estudia); y c) la flexibilización de los programas de enseñanza. Aunado a ello se puede conjeturar que se presenta como una ventana de oportunidad el hecho de que la mayoría de los jóvenes quienes acceden a la educación superior son nativos digitales y, como obstáculo, el que un considerable número de docentes sean migrantes digitales.

El uso de las TIC puede coadyuvar a descentrar el modelo de aprendizaje hasta hoy institucionalizado, anclado en la enseñanza, transitando hacia el aprendizaje, con la posibilidad de que

sea mayormente autoaprendizaje, con lo cual se rompería con la heteroevaluación, la adopción de la autoevaluación y la coevaluación. La existencia de amplias bases de datos de información científica, como el Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (Conricyt) y los repositorios institucionales coadyuvan a un mayor acceso a la información y a la gestión de procesos de autoaprendizaje.

La Universidad Autónoma Chapingo y el uso de las TIC

Se puede afirmar que el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la actual Universidad Autónoma Chapingo tiene sus antecedentes en la fundación del Centro de Estadística y Cálculo (CEC) del Colegio de Posgraduados (Colpos) de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA). En 1974 la ENA se transforma en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), que mantiene el “Posgrado de Socioeconomía, Estadística y Cálculo”, actualmente denominado de “Cómputo Aplicado”. Hasta finales de la década de 1980, el CEC prestó su apoyo para el manejo de grandes bases de datos. A principios de la década de 1990, las TIC se expresaron en el uso de computadoras personales y se multiplicaron en el campus de la UACH. Desde la separación del Colpos de la UACH, y con él la separación del CEC, pasaron 13 años para que en la UACH se conformara nuevamente una estructura similar, expresada en el actual Centro de Cómputo Universitario (UACH, 2010).

Actualmente, el Plan de Desarrollo Institucional 2009-2025 (PDI 2009-2025), considerando el importante avance en el campo de las TIC, incluyó el “Programa 19”, denominado “Fortalecimiento de los recursos y mecanismos para la innovación educativa”. En dicho programa se establece la Estrategia 2, que tiene como propósito “Implementar el uso de las Tecnologías de la Comunicación y capacitar al personal académico y alumnado para su uso”. (p. 159) Sin embargo, se puede considerar que las acciones realizadas son insuficientes, dado el potencial de talento humano con el que cuenta la UACH y las necesidades y demandas de la sociedad (UACH, 2009).

Aún no se ha diagnosticado el uso de las TIC en la UACH, pero se han realizado esfuerzos básicos para impulsar el uso de las mismas entre profesores, estudiantes y trabajadores administrativos. Soca y Chaviano (2017) han estudiado el uso de las TIC en la carrera de Ingeniería en Mecánica Agrícola de la UACH con interesantes hallazgos: el incremento en el uso de las TIC; la expresión de dicho incremento en un mayor uso de fuentes de información; se ha propiciado la adquisición de conocimientos y habilidades cognitivas; y se ha desarrollado un mayor trabajo colaborativo mediante foros y salones de charla. A falta de poder precisar de

manera cuantitativa estos hallazgos, se pueden generalizar al común de la población estudiantil.

Ahora bien, mediante una relación básica con las TIC, pero vinculada profundamente con los avances tecnológicos producto de la 4.0 (por ejemplo, mecatrónica, inteligencia artificial, estructura de datos y algoritmos), a partir del ciclo escolar 2017-2018 se dio inicio a la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola, la cual tiene como propósito “Formar recursos humanos competentes en el campo de la Mecatrónica Agrícola, sustentado en la gestión del conocimiento a través de la optimización del capital intelectual y de las herramientas de la gestión tecnológica sostenible que, unido a un sólido sistema de valores y actitudes pertinentes, garantiza que los egresados poseen los conocimientos y habilidades para que resuelvan problemas de su profesión, participando activamente en el desarrollo humano sostenible, con calidad ambiental” (UACH s/f). Desde la perspectiva de su relación con la Industria 4.0, este programa puede ser objeto de un análisis particularizado, el cual por cuestiones de espacio no se aborda aquí.

Reflexión final: quienes toman decisiones ante los retos de la Cuarta Revolución Industrial

La Cuarta Revolución Industrial avanza velozmente y sorprende a quienes toman decisiones en el sector gubernamental y de educación superior (particularmente la UACH), debido a que están poco acostumbrados a la innovación tecnológica.

La 4RI está generando todo un reto para las IES agropecuarias. Éstas no han realizado estudios prospectivos que les permitan ubicar las necesidades básicas del sector relativas a las aplicaciones de las TIC en el ámbito del proceso de la enseñanza-aprendizaje, pues siguen usando métodos de enseñanza tradicionales. Sin embargo, esto les permitiría generar habilidades en sus egresados para que las apliquen en su desempeño profesional. Responder a este reto implica formar a sus profesores/investigadores en la gestión y el uso de las TIC. Desafortunadamente, casi no se han dado pasos en este sentido.

Consideramos que, en el corto plazo, los tomadores de decisión y el área de planeación de la UACH deben realizar un análisis prospectivo para identificar las áreas de oportunidad de la aplicación de las TIC en el proceso de aprendizaje; y establecer alianzas estratégicas con instituciones educativas que tengan destacados avances en el uso de las TIC en la enseñanza.

En el nivel gubernamental, los esfuerzos por democratizar el uso de la comunicación vía telefonía celular y el uso de la internet adolecen de astringencia presupuestal y de acciones para resolver los problemas tecnológicos. Es, por tanto, urgente impulsar la conectividad del sector productivo agrícola.

Las Instituciones de Educación Agrícola Superior (analizadas parcialmente mediante el caso de la Universidad Autónoma Chapingo) no han realizado un análisis estratégico de la importancia de usar las TIC en el aspecto educativo (proceso de enseñanza-aprendizaje, educación virtual, etcétera) de las carreras que imparten, ni han llevado a cabo acciones de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para generalizar la información y el conocimiento científico que se genera en ellas. Es urgente que, en conjunto la UACH, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el Colegio Superior de Agricultura de Guerrero y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, diseñen un plan de acción que les permita enfrentar los retos derivados de la Cuarta Revolución Industrial.

Las IEAS deben realizar esfuerzos ingentes para actualizar a su planta docente de modo que puedan usar las TIC en el proceso de enseñanza y abandonar la clase tradicional expositiva. El hecho de que la mayoría de los profesores sean migrantes digitales es un serio obstáculo para adoptar plenamente las TIC. Profundizar en el análisis de este obstáculo es una tarea pendiente para las IEAS.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Collins, B. (1999). *Tecnología de la información en la educación*. Barcelona, ES: Universidad de Barcelona.
- Dirksen, U. (2019). Trabajo del futuro y futuro del trabajo. Por una transición progresista. *Nueva Sociedad*, 279 (enero-febrero), 62-72. Recuperado de: https://nuso.org/media/articles/downloads/3.TC_Dirksen_279.pdf
- FAO (2018). *México rural del siglo XXI*. Ciudad de México: FAO. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i9548es/i9548ES.pdf>
- Gómez, R.P. (2010). La Re-evolución de la energía. En J. L. García Delgado y J. C. Jiménez (Eds.), *El sector energético ante un nuevo escenario* (pp. 159-188). Madrid, ES: Comisión Nacional de la Energía/CIVITAS/Thomson Reuters.
- González Tena, P.A., Rendón Medel, R., Sangerman Jarquín, D.M., Cruz Castillo, J.G., y Díaz José, J. (2015). Extensionismo agrícola en el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en Chiapas y Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(1), 175-186. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n1/v6n1a15.pdf>
- Huffman D.P. y Victorino L. (2014). La educación agrícola superior y su reestructuración curricular hacia el futuro. En Victorino, R.L. y Díaz Sánchez, S. (Eds.), *Educación agrícola superior: cambio de época* (pp. 283-324). CDMX, MX: H. Cámara de Dipu-

- tados. LXII Legislatura-Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria.
- INEGI (2017). Encuesta Nacional Agropecuaria. Aguascalientes, México. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/ena2017_pres.pdf
- Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2018). Anuario Estadístico 2018. Ciudad de México, MX. Recuperado de: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/anuarioacc.pdf>
- Pacheco Florez, M. y Melo Poveda Y.E. (2015). Recursos naturales y energía. Antecedentes históricos y su papel en la evolución de la sociedad y la teoría económica. *Energética* 45, junio, 107-115. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/65197/1/45298-252689-1-PB.pdf>
- Rifkin, J. (2011). La Tercera Revolución Industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo. Barcelona, ES: Paidós .
- Rifkin, J., Easley, N., Skip Laitnerm J.A. et al. (2010). *Utrecht roadmap to a third industrial revolution*. Province of Utrecht and Office of Jeremy Rifkin. Recuperado de: [http://www.utrecht2040.nl/userfiles/files/Algemeen%20Adviesrapport%20Jeremy%20Rifkin\(1\).pdf](http://www.utrecht2040.nl/userfiles/files/Algemeen%20Adviesrapport%20Jeremy%20Rifkin(1).pdf)
- Rifkin, J. (2015). *La sociedad de costo marginal cero. El internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Ciudad de México, MX: Paidós.
- Rodríguez Lemus, C., Valencia Pérez, L.R. y Peña Aguilar, J. M. (2018). Aplicación de las TI's a la Cadena de Valor Agrícola para Productores de Agricultura Protegida. *Tecnología en Marcha*, 31,1, enero-marzo, 178-189. DOI: 10.18845/tm.v31i1.3507
- Sader (s/f). *Apps Sader*. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/apps-sagarpa-120584>
- Sagarpa-FAO. (2015). Diagnóstico del sector rural y pesquero de México 2012. Ciudad de México, MX. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-bc980s.pdf>
- Santiago M.L., Zapata P.R. y Martínez, M.G. (2015). Adopción y uso de las TICs en el sector productivo agrícola como sistemas promotores de la competitividad. Milenio. Recuperado de: <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-tecnologica-del-valle-del-mezquital/adopcion-tics-sector-productivo-agricola-sistemas-promotores-competitividad>
- Secretaría de Economía (2016). Crafting the future. A roadmap for industry 4.0 in México. Secretaría de Economía-AMITI. Ciudad de México, MX. Recuperado de: <https://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/industry-4.0-mexico.pdf>
- Schwab, K. (2015). The fourth industrial revolution. What It Means and How to Respond. En Gideon, R. (Ed.), *The Fourth Industrial Revolution: A Davos Reader* (pp. 1-8). *Foreign Affairs*. Disponible en: http://www.inovasyon.org/pdf/WorldEconomicForum_The.Fourth.Industrial.Rev.2016.pdf
- Soca Cabrera, J.R. y Chaviano Rodríguez, N.R. (2017). El uso de las TIC para el aprendizaje en Ingeniería Mecánica Agrícola: caso UACH, México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(1), 78-85. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v26n1/rcta10117.pdf>
- Universidad Autónoma Chapingo (2010). *Manual de Organización del Centro de Computo Universitario*. Chapingo, Edomex: Unidad de Planeación, Organización y Métodos. Recuperado de: http://upom.chapingo.mx/Descargas/manuales_organizacion/mo_centro_computo_universitario.pdf
- Universidad Autónoma Chapingo (2009). *Plan de Desarrollo Institucional 2009-2015*. Chapingo, Edomex: Unidad de Planeación, Organización y Métodos. Recuperado de: <http://upom.chapingo.mx/Descargas/Plan.de.desarrollo.2009.2015.pdf>
- Universidad Autónoma Chapingo. (S/f). *Ingeniería Mecatrónica Agrícola*. Chapingo, Edomex. Recuperado de: <http://dima.chapingo.mx/ingenieria-mecatronica-agricola/>

- White, L. (1943). Energy and the evolution of culture. *American Anthropologist. New Series*, 45(3), 335-356. Recuperado de: <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/99636/aa.1943.45.3.02a00010.pdf?sequence=1>
- Victorino Ramírez, L. (2008). El nuevo paradigma de la educación superior a distancia. Algunos criterios de calidad para el porvenir. *Revista de Geografía Agrícola*, 40, 73-89. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75711534007>

La formación de ingenieros en sistemas automotrices mediante la realidad aumentada

José Miguel Cortés Caballero
Ángel Admin Pérez Martínez
José Eduardo Mejía Villegas
Macaria Hernández Chávez
Diego A. Fabila Bustos
Luis F. Hernández Quintanar

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Hidalgo
Instituto Politécnico Nacional

Resumen

En este trabajo se describe el desarrollo de un manual en realidad aumentada para dispositivos móviles Android enfocado en los estudiantes del programa académico de Ingeniería en Sistemas Automotrices, como una herramienta de enseñanza en el contexto de la Educación 4.0. Se utilizaron los pilares tecnológicos de la Industria 4.0 para perfilar a los estudiantes de modo que puedan cumplir con las exigencias de su desempeño profesional en el nivel industrial. La realidad aumentada (RA) desempeña un papel muy importante en áreas como el control de calidad, la identificación de fallos, la generación/desarrollo de manuales de información, así como en cursos de capacitación y manejo. La información que se presenta en el manual brinda al estudiante una experiencia más inmersiva e interactiva, apoyada en los modelos 3D tanto del motor como de las partes que lo conforman, y le permite manipular las piezas, escuchar información adicional de su composición, su uso y relacionar el funcionamiento del motor con el ciclo termodinámico Otto.

Palabras clave

Realidad aumentada, sistemas automotrices, Educación 4.0, Industria 4.0.

Automotive system engineers training through augmented reality

Abstract

In this work, it is presented the development of an augmented reality handbook for Android mobile devices; it is focused on the students of the program of Engineering in Automotive Systems as a teaching tool in the environment of Education 4.0; by using the technological bases of Industry 4.0 to outline the students to the demands in their professional performance at industrial level, where augmented reality plays a very important role in different fields such as quality control, identification of failures, development of handbooks and training and management courses. The information presented in the handbook allows the student a more immersive and interactive experience, using 3D models of the motor and its parts as a help for

Keywords

Augmented reality, automotive systems, Education 4.0, Industry 4.0.

Recibido: 15/06/2019

Aceptado: 25/08/2019

the students, allowing them to manipulate the pieces, listen to additional information about the composition, and the use and relate the operation of the motor with the Otto thermodynamic cycle.

Introducción

El 46° Foro Económico en Davos, Suiza, celebrado en enero de 2016, tuvo como uno de los temas principales de la agenda la Cuarta Revolución Industrial. “La Primera Revolución Industrial usó el agua y la energía del vapor para mecanizar la producción. La Segunda usó la energía eléctrica para crear la producción en masa, mientras que la Tercera usó la electrónica y la tecnología de la información para automatizar la producción. En la actualidad, la Cuarta Revolución Industrial o la revolución digital, tiene como bases algunos de los principios de la Tercera; desde mediados del siglo pasado se caracteriza por una fusión de tecnologías que está difuminando las líneas entre las esferas física, digital y biológica”, mencionó el profesor Klaus Schwab, presidente del Foro (Foro Económico Mundial, 2016).

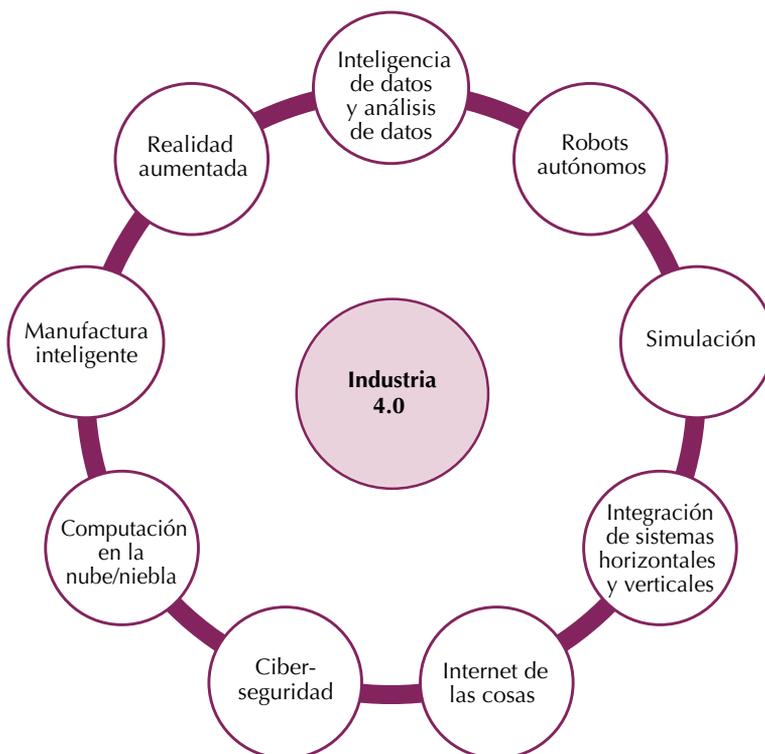
Una de las consecuencias de las revoluciones industriales es que modificaron drásticamente la manera en que se realizaba el trabajo, las relaciones laborales (Absalyamova y Absalyamov, 2015), la relación entre la industria y las instituciones educativas (Penprase, 2019), entre otras. Esto trajo como consecuencia la demanda de diferentes especialidades y profesiones, además de nuevos requisitos para el sistema educativo y la capacitación. La Primera Revolución Industrial (s. XVIII-XIX), con la invención de la máquina de vapor, cambió el trabajo manual al realizado por medio de máquinas, lo cual condujo a la aparición de nuevas profesiones que se adaptarían a las nuevas condiciones laborales.

La Segunda Revolución Industrial, (s. XIX-principios del s. XX) generó un rápido desarrollo de las industrias de alta tecnología: ingeniería, aviación, industria automotriz, química, etcétera, y la producción en masa mediante el uso de la energía eléctrica. Esto aumentó la demanda y el prestigio de nuevas profesiones, como las de los científicos e ingenieros. Muchos países crearon un sistema multinivel de capacitación de personal para la industria. Las fábricas (empleadores) se involucraron activamente en el proceso educativo, creando centros de capacitación laboral y enviando a los trabajadores jóvenes más talentosos a las escuelas superiores. Durante este periodo, las ciencias naturales y las profesiones de ingeniería prevalecieron significativamente sobre las ciencias humanísticas y socioeconómicas. La producción industrial masiva requirió de una gran cantidad de especialistas calificados con los mejores estándares, además de que los sistemas nacionales de educación, en conjunto con la industria, buscaron desarrollar estos estándares educativos en el proceso de capacitación de personal altamente calificado.

La Tercera Revolución Industrial (segunda mitad del s. XX- inicios del s. XXI) se basó en la transición hacia las tecnologías de las telecomunicaciones y de la información (Diwan, 2017), así como en su integración en la producción y en el proceso educativo (Rifkin, 2014), además de la automatización de la producción industrial y el desarrollo de nuevos servicios.

La Cuarta Revolución Industrial (comienzos del s. XXI), con la introducción de la Internet de las Cosas y la integración de sistemas ciberfísicos (SCF) en los procesos de producción, no sólo ha afectado la producción industrial y el empleo al igual que las revoluciones anteriores, sino también la manera en la que se realizan los negocios, el ámbito gubernamental y la educación en varios aspectos de la vida cotidiana (Baygin y cols., 2016). En su estudio: “El futuro de la productividad y el crecimiento en las industrias manufactureras” (The Boston Consulting Group, 2015), el Boston Consulting Group (BCG) describe detalladamente las nueve tecnologías pilares de la Industria 4.0, las cuales se muestran en la figura 1.

Figura 1. Las nueve tecnologías pilares de la Industria 4.0.



Fuente: Baygin, M., y cols., (2016). An effect analysis of Industry 4.0 to higher education, 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)).

Así como las revoluciones industriales han pasado por diferentes etapas a lo largo de su evolución y han tenido una cercanía con la educación, en esta última se distinguen cuatro etapas, como se muestra en la figura 2.

Recientemente, se ha observado que los métodos de educación tradicionales están llegando a su límite cuando se trata de preparar a empleados calificados para poder cumplir con los requisitos de la Industria 4.0, por tal motivo, se ha requerido adaptar los métodos educativos. La aplicación de nuevas tecnologías en cursos incluyen el aprendizaje combinado, la individualización y virtualización de la educación, el aprendizaje basado en juegos, el uso de la realidad aumentada, la realidad virtual y la realidad mixta, comunidades de aprendizaje, el fortalecimiento de proyectos multidisciplinarios en educación en ingeniería y el desarrollo de recursos educativos interactivos y portables. Los elementos tecnológicos y herramientas que incluye la Educación 4.0 se muestran en la figura 3, donde se incluyen los objetivos didácticos de cada elemento.

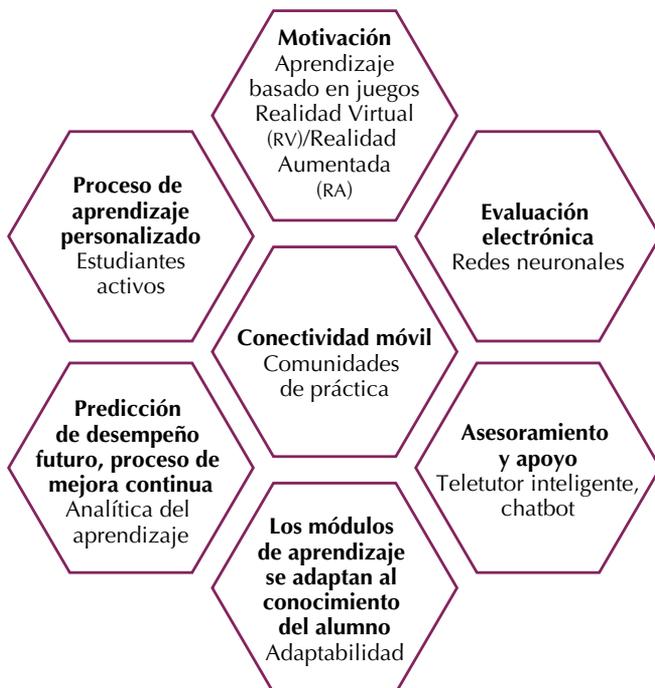
En la actualidad, se encuentra disponible en línea una gran variedad de herramientas digitales que pueden ser utilizadas por los docentes para aplicar los principios de la Cuarta Revolución Industrial en el aula. De acuerdo con Hussin (2018), los docentes requieren algunas habilidades digitales fundamentales, como grabar y editar clips de audio; crear videos atractivos e interactivos en los cuales los estudiantes puedan crear sus propias anotaciones; crear contenido visualmente atrayente y redes sociales personales de aprendizaje; conectarse, descubrir contenido nue-

Figura 2. Diagrama representativo de la evolución de la educación.



Fuente: Educación 4.0 [Imagen]. (2019). Recuperado de: <https://docente.4-0.ipn.mx/index.php/educacion-4-0/>

Figura 3. Elementos tecnológicos y herramientas de Educación 4.0 con objetivos didácticos.



Fuente: Ciolacu, M. y cols. (2017). Education 4.0—Fostering student’s performance with machine learning methods. IEEE 23th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME).

vo, además de crecer profesionalmente; usar blogs y *wikis* para crear espacios participativos para los estudiantes; utilizar sitios web para compartir información y recursos con los estudiantes; así como crear presentaciones atractivas, portafolios digitales y evaluaciones utilizando herramientas digitales. La finalidad de estas habilidades digitales es desarrollar en el estudiante las habilidades que lo prepararán para insertarse en el campo laboral de la Industria 4.0.

Algunas universidades han empezado a adaptar los métodos de enseñanza a las necesidades de la Industria 4.0, por ejemplo, el establecimiento de la Industrie 4.0 Learning Factory totalmente automatizado en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Darmstadt (Simons y cols., 2017) y el Smart Production Laboratory para la enseñanza y la investigación en la Universidad de Aalborg Dinamarca (Erol y cols., 2016). La Universidad Turco-Alemana ha implementado un marco basado en tres ejes pilares interrelacionados: currículo, laboratorio y club de estudiantes. Estos pilares están sustentados en la teoría de aprendizaje experiencial de Kolb (Coskun y cols., 2019). También, desde el año 2005 el Instituto

de Tecnología de Wuhan en China ha comenzado a implementar el modo de cultivación de talento “Order-style”, el cual se logra mediante la integración de múltiples disciplinas y de la ciencia, la educación y la colaboración de la industria. En el marco de la Industria 4.0, su modelo busca impulsar, durante el proceso de formación, la educación en la innovación y en el emprendimiento, con lo cual se construye un sistema innovador de cultivo de talento para la transformación industrial (Jun y Jin, 2017).

En México, en el Instituto Politécnico Nacional, específicamente en la Unidad Politécnica para la Educación Virtual, se considera que los desafíos que enfrenta la Industria 4.0 en la educación involucran el conocimiento, ya que es necesario conocer a qué se refiere la Industria 4.0, cómo se compone y cómo se utiliza. Todo esto se refiere a la capacitación del docente para utilizarla e integrarla en la educación y, finalmente, en el aprendizaje, donde los instructores de una institución educativa pueden aprender Industria 4.0 para poder aplicarla en el campo (Docente 4.0, 2019).

Metodología

En la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Hidalgo del Instituto Politécnico Nacional, dentro del programa de Ingeniería en Sistemas Automotrices, se inició el desarrollo de un manual en realidad aumentada para dispositivos móviles Android como herramienta de aprendizaje de la Educación 4.0, utilizando los pilares tecnológicos de la Industria 4.0 para perfilar a los estudiantes hacia las exigencias en su desempeño profesional en el nivel industrial. La metodología consistió en las siguientes dos etapas:

1. Análisis cuantitativo del uso de la realidad aumentada y virtual en el área automotriz.
2. Metodología de cascada para desarrollar el manual y la aplicación.

Análisis cuantitativo del uso de la realidad aumentada y virtual en el área automotriz

Se realizó un análisis cuantitativo del estado del arte, tanto de la realidad virtual como de la realidad aumentada, aplicadas a la industria automotriz. Esto se hizo sobre la base de datos de Scopus, una de las más extensas de literatura científica, que incluye revistas científicas, libros y memorias de congresos (Elsevier, 2019). Este análisis se realizó para conocer los últimos avances en el uso de estas nuevas tecnologías en el ámbito de la industria automotriz, prestando especial atención a la educación y el entrenamiento. Para realizar las búsquedas, se utilizaron operadores

Booleanos y términos de exclusión, junto con términos relacionados con “augmented reality”, “automotive industry”, “automobile” y “training”. El intervalo de tiempo utilizado fue hasta la fecha límite del 12 de junio de 2019. Finalmente, tras un análisis detallado de los documentos, realizado de manera manual, para descartar tanto los duplicados como los que no eran relevantes para la investigación, se halló un total de 71 documentos, los cuales fueron posteriormente procesados por un programa en lenguaje R, del que se extrajo información estadística. De los 71 documentos encontrados, se observó un predominio de artículos originales publicados en memorias de congresos (49 documentos), seguidos por artículos originales publicados en revistas (16 documentos); mientras que, para los capítulos de libros, revisiones en revistas y las publicadas en congresos, se hallaron 2 de cada uno.

En cuanto al intervalo de tiempo, los primeros documentos que tratan acerca del uso de la realidad aumentada en la industria automotriz son los publicados por Freund J. y cols.; los artículos fueron presentados en el congreso “1st IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop” y describen un prototipo de realidad aumentada que muestra a los trabajadores de una línea de ensamble toda la información necesaria, como los componentes y herramientas a utilizar, lo cual puede usarse con fines educativos y de entrenamiento (Freund y cols., 2002).

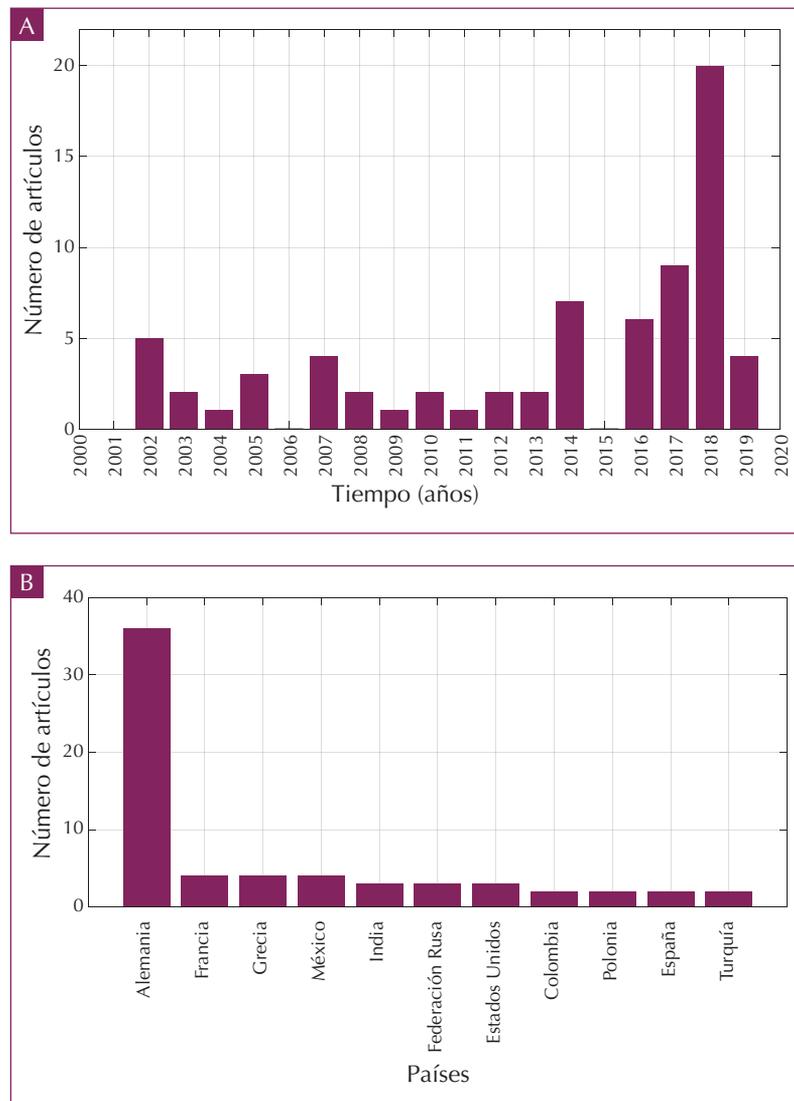
Por otro lado, presentaron un artículo que describe los posibles escenarios del uso de la realidad aumentada como auxilio para la fase de diseño inicial de nuevos automóviles (Freund J. y cols., 2002). Además, en el congreso “International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR”, se presentaron dos trabajos sobre el tema: en el primero, desarrollado por Fiorentino M. y cols., se muestra el diseño conceptual de un sistema para realizar diseños bosquejos en realidad mixta y se presenta como caso de estudio el dibujo de una carrocería (Fiorentino y cols., 2002); en el segundo, desarrollado por Noelle S., se describe el potencial para reducir costos en la industria automotriz al utilizar la realidad aumentada (Noelle, 2002). Finalmente, en la revista *Virtual Reality* se publicó el trabajo de Regenbrecht H. T. y cols., en el que se presenta un sistema de realidad virtual que permite la interacción entre diferentes participantes para el trabajo colaborativo, tanto en 3D como en 2D, implementándolo en un escenario de la industria automotriz al manipular un motor de manera virtual (Regenbrecht y cols., 2002).

Los resultados referentes al número de artículos publicados por año, país de los autores, institución de los autores y revista de publicación, se muestran en la figura 4a y b.

En las gráficas se puede observar que el número de documentos publicados sobre el tema ha ido en aumento hasta alcanzar un total de 20 publicaciones en el año 2018. Se observa que Alemania es el principal país de publicación de documen-

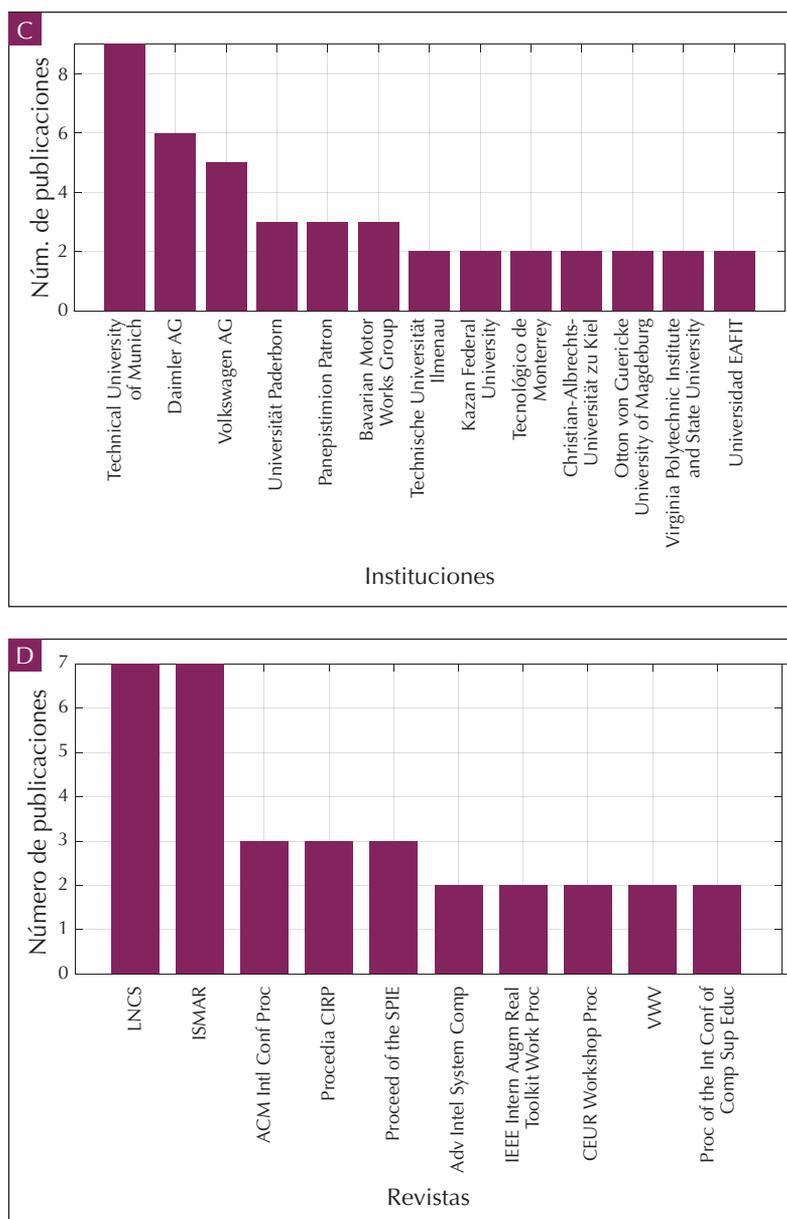
tos sobre realidad aumentada aplicada a la industria automotriz, con un total de 28 publicaciones, seguido por Francia, Grecia y México, con cuatro publicaciones respectivamente. Asimismo, las instituciones con mayor número de publicaciones son la Universidad Técnica de Múnich (9), Daimler AG (6) y Volkswagen AG (5), las cuales están realizando una importante inversión para implementar esta tecnología, ya sea como herramienta para capacitar a sus trabajadores o para mejorar la experiencia del conductor de los vehículos. Finalmente, cabe señalar que la mayor canti-

Figura 4a. Datos de los artículos de realidad aumentada en la industria automotriz, agrupados por (A) año de publicación, (B) país de afiliación.



dad de documentos encontrados se publicaron en memorias de congresos (69% de las publicaciones). Esto puede deberse a que esta tecnología aún se encuentra en una fase inicial y, por lo tan-

Figura 4b. Datos de los artículos de realidad aumentada en la industria automotriz, agrupados por (C) institución de los autores y (D) revista de publicación.



Nota: LNCS, Lecture Notes in Computer Science; ISMAR, International Symposium on Mixed and Augmented Reality; VMV, Visual Modeling and Visualization.

to, solamente se han desarrollado y presentado prototipos que, en algunos casos, se han probado en colaboración con empresas manufactureras de partes automotrices (Makarova y cols., 2016), de diseño automotriz (de Clerk y cols., 2017) o de ensamblado en interacciones humano-robot (Michalos y cols., 2016). Entre los textos publicados en memorias de congresos, cabe destacar la conferencia “International Symposium of Mixed and Augmented Reality”, que es la principal conferencia académica de carácter internacional en el campo de la realidad aumentada y la realidad mixta y es organizada por la IEEE. La primera conferencia se realizó en el año de 2002, en Darmstadt, Alemania, y como se mencionó, en ella se presentó un par de artículos sobre realidad aumentada aplicada a la industria automotriz.

Como se ha descrito en párrafos anteriores, la utilización de las tecnologías de realidad aumentada en el ámbito académico es pilar para la formación de nuevos ingenieros. En el sector productivo, dichas tecnologías son herramientas cada día más indispensables para los procesos de producción. La aplicación de la realidad virtual y de realidad aumentada, particularmente en el ámbito automotriz, ha servido como herramienta en la producción, en las pruebas de funcionamiento e incluso para la operación del producto generado. Por ejemplo, los inyectores de combustible para automóviles se rastrean con una marca específica para identificar el modelo y el lote de producción, pero, además, cada inyector posee un código QR individual que contiene características físicas individuales y datos de corrección para compensar la variabilidad intrínseca y las tolerancias de fabricación.

Esto implica que, cuando se instala o reemplaza un inyector, el nuevo código del inyector se escanea y se transfiere automáticamente a la unidad de control del motor para registrar los parámetros de corrección necesarios y así poder adaptar la cantidad inyectada de combustible (Bassi, 2017). Clerk y colaboradores realizaron un estudio para analizar cómo los estilistas y los decisores automotrices desean interactuar con los nuevos modelos digitales que tienden a sustituir el diseño automotriz tradicional, en el cual inicialmente se realiza un diseño en 2D y, posteriormente, un modelo 3D. La propuesta consta de seis técnicas de interacción: dos basadas en el habla, dos en gestos y dos táctiles. Los resultados mostraron que los usuarios prefieren una interacción directamente con una pantalla táctil y mediante el control de gestos (de Clerk y cols., 2017).

Por otro lado, es bien conocido que, para tareas de diagnóstico y mantenimiento, los automóviles cuentan con una interfaz en la que se pueden detectar fallas y errores, y que mediante un monitor o una impresión se pueden analizar los resultados. Sin embargo, el objeto al que se aplica el diagnóstico y los datos resultantes del mismo se separan espacialmente, por ejemplo, se ha utilizado la realidad aumentada como herramienta en las tareas

de diagnóstico y mantenimiento de automóviles, empleando un enfoque basado en marcadores para, en primera instancia, localizar la falla y, posteriormente, orientar al usuario sobre la ubicación de la misma usando una computadora portátil (Regenbrecht y cols., 2005). El uso de múltiples marcadores en posiciones bien definidas proporciona un seguimiento razonablemente preciso. En algunos de los estudios analizados se evaluó la efectividad del uso de la realidad aumentada para el entrenamiento, por ejemplo, en manufactura compleja (Gonzalez-Franco y cols., 2017). En este trabajo, se realizó una comparación entre el entrenamiento convencional cara a cara y un entrenamiento en realidad mixta, para luego realizar una evaluación tanto del conocimiento adquirido como de la retención de la información.

Los resultados obtenidos mostraron diferencias poco significativas entre ambos métodos de entrenamiento, aunque se habla de una mejora al utilizar las herramientas de realidad aumentada. Además, se menciona que el uso de estas tecnologías tiene como beneficio el no requerir de equipamiento físico para el entrenamiento, lo cual reduce los costos y los riesgos asociados. Sin embargo, es importante mencionar que se requiere de un tiempo significativamente mayor para el entrenamiento mediante la realidad aumentada, debido quizás a la necesidad de un tiempo adicional para la familiarización con el equipo.

En el sector educativo, la realidad aumentada ha empezado a incorporarse como parte del currículo de diversos programas académicos de ingeniería. Klimova y colaboradores realizaron un estudio en el que mostraron que se ha implementado, primeramente, en programas académicos relacionados con medios creativos, tecnologías de medios, diseño multimedia, computación visual, gráficos por computadora; y, en segundo lugar, en programas de informática y las TIC, seguido por programas más especializados en el desarrollo de juegos, de biomedicina y de inteligencia artificial. Asimismo, en el estudio también se observó que la realidad aumentada en la mayoría de las universidades es un curso que suele ser de tipo optativo (Klimova y cols., 2018).

Por otro lado, son pocas las universidades donde se imparten programas, como la Ingeniería Mecánica y la Ingeniería Automotriz, que las han implementado en la formación de sus estudiantes. En el programa de Ingeniería Automotriz de la Universidad Coreana de Tecnología y Educación (Farkhatdinov y Ryu, 2017), se implementó un sistema de realidad aumentada cuyo objetivo principal fue capacitar a los estudiantes en el proceso de montaje y desmontaje de la transmisión automática de vehículos. En este trabajo se mostró que el proceso educativo es más interesante e intuitivo, aparte de que es económicamente más efectivo. Con base en la información descrita, en el presente trabajo se busca describir el desarrollo de un manual basado en la realidad aumentada que permita a los alumnos de Ingeniería en Sistemas

Automotrices del Instituto Politécnico Nacional entender el funcionamiento de un motor de cuatro tiempos y su relación con el ciclo termodinámico Otto.

Metodología de cascada para el desarrollo de la aplicación

Se utilizó el método de cascada o *waterfall*, por estar basado en el análisis de los requisitos a cumplir por un programa de gestión desde el inicio. Es decir, una vez detectados los objetivos a alcanzar, el diseño y la planificación se orientan a obtener la solución. El diseño, en cambio, se encarga de asegurar que se cumplan los requisitos y necesidades acordados en el inicio del proceso, tal como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Método de cascada para el desarrollo de software.



Fuente: Cusumano, M. A. y cols., (1995). Beyond the waterfall: Software development at Microsoft. WP (International Center for Research on the Management of Technology).

Descripción de las etapas para el desarrollo del manual

Análisis

Se propuso realizar un manual en realidad aumentada dirigido a estudiantes del programa de Ingeniería en Sistemas Automotrices. Este manual debe presentar el funcionamiento del motor de cuatro tiempos en 3D con ayuda de la realidad aumentada en un

teléfono inteligente. Este recurso también debe permitir interactuar con los principales elementos del motor, además de contener información sobre el ciclo termodinámico Otto, para vincularlo con su funcionamiento y la composición de sus principales elementos. Todo esto, en un ambiente más inmersivo, ya que debe incluir elementos portables en realidad aumentada y permitir la consulta del contenido multimedia con el fin de reforzar el aprendizaje.

Diseño

Se diseñó una aplicación llamada 3D Engine para dispositivos Android, la cual funciona en conjunto con materiales impresos utilizados como marcadores de referencia para el correcto funcionamiento de la realidad aumentada (ver figura 6). En primera instancia, dentro de la aplicación se muestra una animación del motor en funcionamiento, enfocando con la cámara el marcador correcto. Posteriormente, por medio de un menú de botones laterales se continúa a distintas escenas particulares para cada una de las piezas del motor. Un último botón lleva a una escena en la que se explica el ciclo termodinámico del mismo.

Desarrollo

Modelado: las piezas que conforman el motor fueron diseñadas con un *software* de diseño (ver figura 7). Las piezas diseñadas se basaron en planos extraídos de libros especializados en donde se explican las dimensiones y características de cada pieza.

Desarrollo de animaciones: la herramienta de la animación es sumamente importante, ya que es una de las ventajas de las aplicaciones 3D y de la realidad aumentada. Para que la animación sea útil, es importante estudiar el proceso que se animará y haber modelado las piezas a una escala en la que sean compatibles unas con otras. Después de generar los modelos y las animaciones, se

Figura 6. Ejemplo de un marcador empleado para la aplicación de la realidad aumentada.

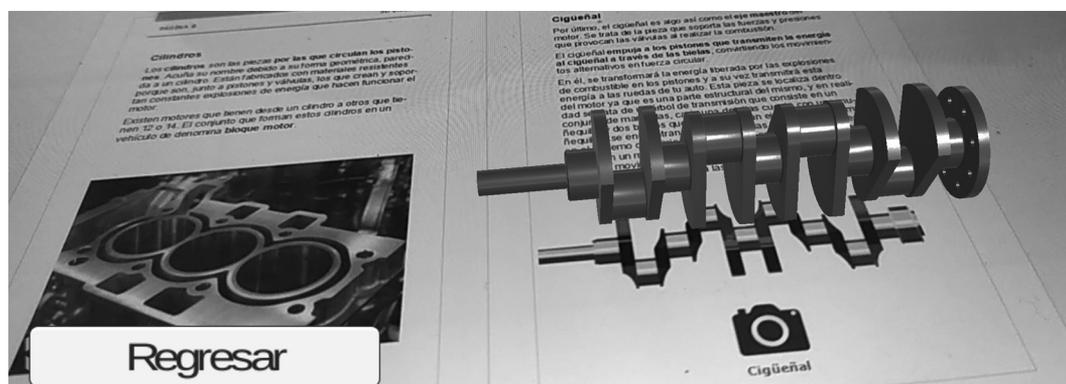
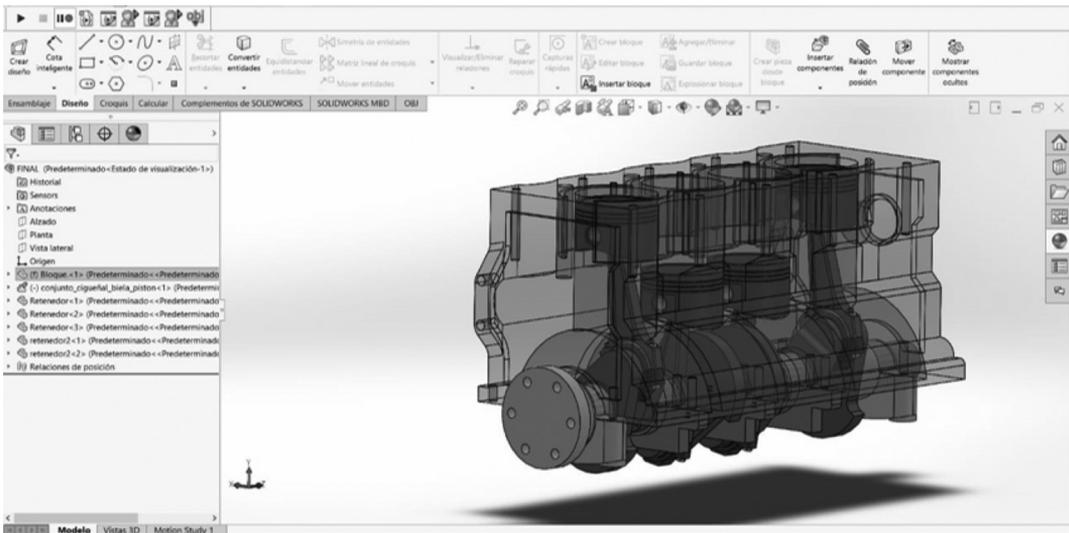


Figura 7. Fotografía del motor durante el diseño.



programaron los códigos, según la cronología de la función que se tome en el momento. Estos códigos (*scripts*) fueron desarrollados para las siguientes funciones:

- ▶ *Cambios de escena.* Se crearon diferentes escenas en la aplicación para poder gestionar mejor los recursos del dispositivo en donde se ejecute y que permita una mejor transición de las escenas.
- ▶ *Iniciar y detener la animación.* Algunas piezas y modelos tienen una animación predeterminada. Con esta opción se permite que el usuario pueda iniciar, pausar y detener la animación en cualquier momento.
- ▶ *Imágenes animadas.* Una imagen animada (GIF, del inglés Graphic Interchange Format) no se reproduce de manera automática por el motor gráfico; por lo tanto, se diseñó un *script* que pueda mostrar cada fotograma de la imagen animada en el orden específico.
- ▶ *Activar paneles de información.* Se decidió incluir paneles desplegable en la aplicación que dieran más información al usuario sobre el tema, para mejorar la comprensión y el interés en el momento en que se utilice alguna función.
- ▶ *Sonidos.* Los sonidos de la aplicación son redacciones de la información adicionales que completan las animaciones y modelos mostrados en tiempo real.

Pruebas de funcionamiento

Antes de implementar la aplicación en el dispositivo Android, se realizaron algunas pruebas en entornos y dispositivos emulados

desde un equipo de cómputo. Durante el proceso de depuración se detectaron algunas fallas en la aplicación desarrollada; sin embargo, éstas fueron corregidas. Después del proceso de depuración, la aplicación fue cargada en un dispositivo móvil, cuyas características fueron las siguientes: sistema operativo Android 5.1 con 1 Gb de memoria RAM, 70 Mb de almacenamiento disponible y cámara digital de 12 megapíxeles

Entrega

El proceso de desarrollo y de pruebas finalizó con el manual de usuario, mediante el cual se obtiene el conocimiento del funcionamiento de la aplicación, desde la instalación hasta el uso.

Descripción del *software* empleado

En la actualidad, el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada es más frecuente, ya que existe una gran variedad de *softwares* que facilitan tareas que van, desde fabricar los modelos en 3D, control de un motor gráfico que se encarga principalmente de contenidos digitales 2D y 3D, hasta elaborar las fichas de encriptación. Por medio de extensiones del mismo *software* es posible importar archivos de una plataforma a otra, con lo cual se reduce razonablemente el tiempo de elaboración. Los *softwares* como Solid Works, Unity 3D, Vuforia y Android Studio, en sus versiones gratuitas, cuentan con las herramientas necesarias para iniciar el diseño de aplicaciones móviles para dispositivos con sistemas operativos como Android.

- ▶ **Solid Works.** Es un *software* CAD (Diseño Asistido por Computadora) de modelado comúnmente utilizado en la industria automotriz y afines, que permite a los usuarios asociar y realizar tareas para la construcción de objetos con una visión de 360°, así como la realización de piezas diseñadas en 2D, 3D y animaciones.
- ▶ **Unity 3D.** Hoy en día existe una gran variedad de motores gráficos, como Unity Game Engine, la plataforma para crear juegos y experiencias interactivas 3D y 2D altamente optimizados como simulaciones de entrenamiento, visualizaciones médicas y arquitectónicas, en plataformas móviles, de escritorio (Microsoft Windows, OS X y Linux), *web* y consola, entre otras.
- ▶ **Vuforia.** Es un SDK que permite construir aplicaciones basadas en la realidad aumentada; una aplicación desarrollada con Vuforia utiliza la pantalla del dispositivo como un “lente mágico” en el que se entrelazan elementos del mundo real con elementos virtuales (letras, imágenes y demás). La cámara muestra, a través de la pantalla del dispositivo,

vistas del mundo real combinadas con objetos virtuales, como modelos, bloques de textos e imágenes, por ejemplo.

- ▶ **Android Studio.** *Software* que, en conjunto con Unity, permite la creación de la aplicación en un dispositivo móvil con cámara y sistema operativo Android.
- ▶ **Audacity.** Aplicación multiplataforma libre, que permite la grabación y la edición de audio.

El resultado final es una aplicación portable de realidad aumentada, la cual está a disposición de los usuarios que cuenten con dispositivos con sistema operativo Android o Windows y tengan una cámara incluida, la cual se utiliza para reconocer fichas que, al ser escaneadas por la cámara, muestran el modelo 3D correspondiente a la ficha. El dispositivo puede moverse para recorrer el modelo mientras la ficha está estática.

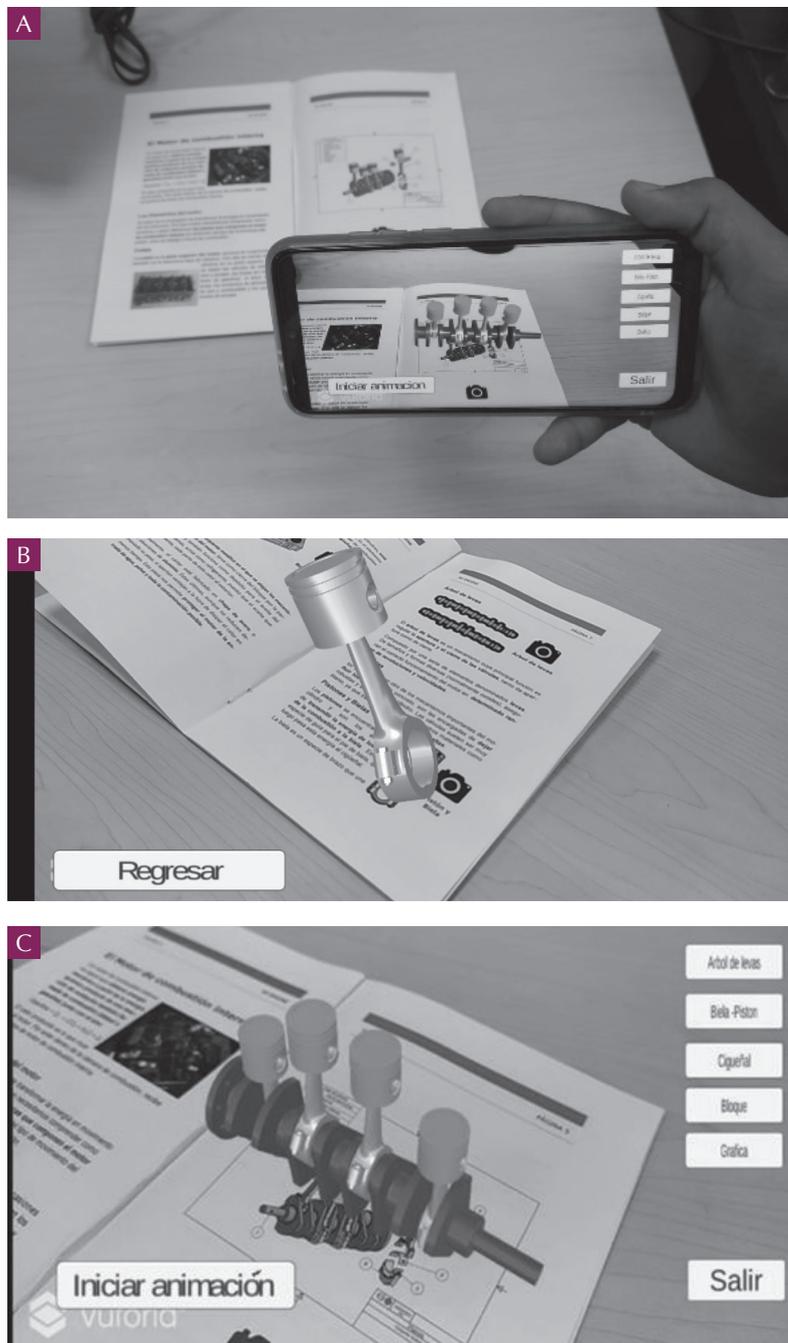
Resultados

Se desarrolló un manual portable en realidad aumentada, que presenta el funcionamiento del motor de cuatro tiempos. La información se presenta de manera interactiva, haciendo que la experiencia sea más inmersiva, con ayuda de los modelos 3D tanto del motor como de las partes que lo conforman de manera individual. Esto permite que el estudiante manipule las piezas, escuche información adicional sobre la composición de los materiales de cada sección del motor y su uso, y relacione el funcionamiento del motor con el ciclo termodinámico correspondiente, el ciclo Otto, desde la aplicación para dispositivos móviles. En la figura 8, se muestran fotografías de la aplicación del manual en funcionamiento.

Conclusiones

El avance en el desarrollo de nuevas tecnologías tiene un enorme potencial en el ámbito de la Educación 4.0, y el uso de dispositivos móviles puede ser un gran beneficio con el desarrollo de nuevas aplicaciones. Esta aplicación muestra un producto que no sólo puede usarse en el aula, ya que genera otro ambiente de aprendizaje portable. La realidad aumentada puede proporcionar a los usuarios una experiencia más inmersiva. Entre numerosos materiales didácticos, esta tecnología es considerada como uno de los pilares de la Industria 4.0 y, por lo tanto, una herramienta para la Educación 4.0. El uso de la realidad aumentada por los estudiantes puede ser una herramienta útil que, además de presentar información visual, es también una forma de analizar objetos en 3D en lugar de hacerlo a partir de una vista en 2D,

Figura 8. Fotografías de la aplicación en realidad aumentada generada en el manual. A) Vista por el usuario. B) Captura de pantalla de una pieza que conforma al motor. C) Captura de pantalla del funcionamiento del motor con el menú de opciones para obtener información de las piezas que lo componen (audio).



como sucede en los libros y en el pizarrón. Para lograr un mejor aprendizaje, la educación tiene que ser experimental e interactiva: aprendemos más de las experiencias prácticas que de clases tradicionales. La educación debe irse adaptando a la Cuarta Revolución Industrial para mejorar y facilitar el aprendizaje de los estudiantes y asegurar su adaptación al entorno laboral. El desarrollo y la implementación de estas herramientas permitirá perfilar a los estudiantes de ingeniería automotriz hacia lo que encontrarán en su desempeño profesional en el nivel industrial, donde la realidad aumentada desempeña un papel muy importante en el control de calidad, la identificación de fallos, los manuales de información, así como en los cursos de capacitación y manejo. El rápido crecimiento y la implementación de la Industria 4.0 implican que los alumnos de ingeniería deben adaptarse a la transformación digital.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Absalyamova S., y Absalyamov, T. (2015). Remote employment as a form of labor mobility of today's youth. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6, 227-231.
- Bassi, L. (2017). Industry 4.0: hope, hype or revolution? 2017 IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI), Italy. US: IEEE.
- Baygin, M., Yetes, H., Karokose, M., y Akin, E. (2016). An effect analysis of Industry 4.0 to higher education. 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), Istanbul. US, IEEE.
- Ciolacu, M., Tehrani, A., Beer, R., y Popp, H. (2017). Education 4.0 — Fostering student's performance with machine learning methods. IEEE 23th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), Rumania (pp. 438-443). US: IEEE.
- Coskun, S., Kayikci, Y., y Gencay, E. (2019). Adapting engineering education to Industry 4.0 vision. *Technologies*, 7(10), 1-13.
- Cusumano, M. A., y Smith, S. (1995). *Beyond the waterfall: Software development at Microsoft*. Cambridge, MA: International Center for Research on the Management of Technology. Working paper (Sloan School of Management), 3844-3895. Recuperado de: MIT Libraries. Website: <http://hdl.handle.net/1721.1/2593>.
- De Clerk, M., Schmierer, G., Dangelmaier, M., y Spath, D. (2017). Interaction techniques for virtual reality based automotive design reviews. En: Barbic J., D'Cruz M., Latoschik M., Slater M., Bourdot P. (Eds.). *Virtual Reality and Augmented Reality*. Laval, FR: EuroVR 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol. 10700 (pp. 39-48): Berlín, DE: Springer.
- Diwan, P. (2017). Is Education 4.0 an imperative for success of 4th Industrial Revolution? Recuperado de: <https://medium.com/@pdiwan/is-education-4-0-an-imperative-for-success-of-4th-industrial-revolution-50c31451e8a4>

- Docente 4.0. (2019). Recuperado de: <https://docente.4-0.ipn.mx/index.php/educacion-4-0/>
- Erol, S., Jaeger, A., Hold, P., Ott, K., y Sihm, W. (2016). Tangible Industry 4.0: A scenario-based approach to learning for the future production. *Procedia CIRP*, 54, 113-118. Elsevier. About Scopus [actualizado 2019; último acceso agosto 18, 2019] Disponible en: <https://www.elsevier.com/solutions/scopus>.
- Florentino, M., De Amicis, R., Monno, G., Stork, A. (2002). Spacedesign: A mixed reality workspace for aesthetic industrial design. International Symposium on Mixed and Augmented Reality. Darmstadt, Germany (pp. 86-96). US: IEEE.
- Foro Económico Mundial. (2016). Recuperado de: <https://www.weforum.org>
- Farkhatdinov I., y Ryu, J. H. (2009). Development of educational system for automotive engineering base on augmented reality. International Conference on Engineering, India. *Indian Journal of Science and Technology*.
- Fruend, J., Matyszczok, C., y Radkowski, R. (2002). AR-based product design in automobile industry. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Fruend, M., Grafe, M., Matyszczok, C., y Vienenkoetter, A. (2002). AR-based training and support of assembly workers in automobile industry. 1st IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop, Germany. US: IEEE.
- Gonzalez-Franco, M., Pizarro, R., Cermeron, J., Li, K., Thorn, J., Hutabarat, W., Tiwari, A., y Bermell-Garcia, P. (2017). Immersive Mixed Reality for Manufacturing Training, *Front Robot AI*, 4:3.
- Hussin, A. (2018). Education 4.0 made simple: Ideas for teaching. *International Journal of Education & Literacy Studies*, 6(3), 92-98.
- Jun, Q., y Jing, X. (2017). Innovation Research on the Emerging Engineering Talent Cultivation Mode in the Era of Industry 4.0. 3rd International Conference on Industrial Informatics-Computing Technology, Intelligent Technology, Industrial Information Integration, China. US: IEEE.
- Klimova, A., Bilyatdinova, A., y Kasrsakov, A. (2018). Existing teaching practices in augmented reality. *Procedia Computer Science*, 136, 5-15.
- Makarova, I., Khabibullin, R., Belyaev, E., y Mavrin, V. (2016). Computer-aided training of engineers: Challenges and solutions. En: B. M. McLaren, G. Costagliola, J. Uho-moibhi, S. Zvacek (Eds.), *SciTePress*, 449-455.
- Michalos, G., Karagiannis, P., Makris, S., Tokçalar, Ö., y Chryssolouris, G. (2016). Augmented Reality (AR) Applications for Supporting Human-robot Interactive Cooperation. *Procedia CIRP*. 41. 370-375. 10.1016/j.procir.2015.12.005.
- Noelle, S. (2002). Stereo augmentation of simulation results on a projection wall by combining two basic ARVIKA systems, Germany (pp. 271-272). US: IEEE.
- Penprase, B. E. (2018). The Fourth Industrial Revolution and Higher Education. En: Gleason N. (Eds), *Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution* (pp. 207-229). Londres, RU: Palgrave Macmillan.
- Regenbrecht, H., Wagner, M., y Barattoff, G. (2002). Magicmeeting: A collaborative tangible augmented reality system, *Virtual Reality*, 6(3),151-166.
- Rifkin, J. (2014), *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*. NY, US: Palgrave Macmillan.
- Simons, S., Abé, P., y Naser, S. (2017) Learning in the AutFab - the fully automated Industrie 4.0 Learning Factory of the University of Applied Sciences Darmstadt, *Procedia Manufacturing*, 9, 81-88.
- The Boston Consulting Group (2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Recuperado de: http://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx

La reingeniería administrativa en una Institución de Educación Superior armonizada por la Industria 4.0: evidencia de la inteligencia de datos

Lya Adlih Oros-Méndez
María Lisseth Flores Cedillo
José Téllez Estrada

Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. División de Ing. Industrial. San Luis Potosí, México.

Ángel Luis Rodríguez Morales

Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Física Aplicada y Tecnológica Avanzada

Rogel Fernando Retes-Mantilla

Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco.

Resumen

Hoy en día las Instituciones de Educación Superior se suman a los cambios globalizantes: parten de una reingeniería curricular en sus procesos administrativos, adaptando la oferta educativa a las necesidades de un mercado digitalizado y sistematizado que emerge de la Industria 4.0. El objetivo de la presente investigación es describir las tendencias globales relevantes que afectan la administración de las Instituciones de Educación Superior. Ante las tendencias cambiantes producidas por la globalización, se explora el potencial de la Industria 4.0, particularmente mediante la inteligencia de datos o macrodatos (*Big Data* en inglés), al momento de ofrecer y operar un programa de estudios. Contemplamos el caso de estudio del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital (ITSSLP, C) en el estado de San Luis Potosí mediante el proceso de enseñanza-aprendizaje evaluado desde los indicadores de trayectoria escolar del estudiante y eficiencia terminal. La investigación contempla el desarrollo de una técnica exploratoria mediante grupos de enfoques que se realizaron en el ITSSLP, C, así como una técnica analítica para la recolección de información y revisión documental de la literatura. Se siguió un análisis estadístico para revisar la trayectoria escolar mediante las cohortes de eficiencia terminal, bajo la directriz de la inteligencia de datos. Los resultados demuestran que es necesario realizar un proceso de reingeniería de la manera en que se administra y opera la oferta educativa, que garantice la pertinencia y la calidad educativa, mediante la consolidación de los macrodatos, posibilitando así la eficiente toma de decisiones en su procesos académicos y administrativos centrados en la autonomía y en la mejora continua del servicio educativo que se ofrece armonizando con la Industria 4.0.

Palabras clave

Macrodatos, datos inteligentes, *Big Data*, innovaciones tecnológicas, Institución de Educación Superior, reingeniería, Industria 4.0.

Recibido: 13/06/2019

Aceptado: 31/08/2019

Administrative reengineering in a higher education institution harmonized by Industry 4.0: evidence of data intelligence

Keywords

Big Data, Technological Innovations, Institution of Higher Education, Reengineering, Industry 4.0

Abstract

Today the Higher Education Institutions join the globalizing changes, in which they start from a curricular reengineering in their administrative processes, adapted an educational offer to the needs of a digitalized and systematized market emerging from Industry 4.0. Therefore, the objective of this research seeks to describe the relevant global trends that affect the administration of the Higher Education Institutes, exploring the potential of Industry 4.0, particularly through Big Data, in the face of changing trends due to globalization, at the time of offer and operate a study program. We consider the case study of the Higher Technological Institute of San Luis Potosí, Capital (ITSSLP, C) in the State of San Luis Potosí through the teaching-learning process evaluated from the indicators of the student's school trajectory and terminal efficiency. The research contemplates the development of a qualitative technique through groups of approaches that were carried out in the ITSSLP, C as well as an analytical technique for information collection and documentary literature review. In the same way, a statistical analysis was followed for the review of the school trajectory through the terminal efficiency cohorts under the Big Data guideline. The results show that it is necessary to adopt a reengineering process in the way that the educational offer is managed and operated, in which the relevance and educational quality is guaranteed, through the consolidation of Big Data, thus enabling efficient decision making in its academic and administrative processes focused on autonomy and continuous improvement of the educational service offered in harmony with Industry 4.0.

Introducción

El sistema actual de educación superior en México está inmerso en una problemática de identidad. De manera palpable, surge la disputa entre el desdibujamiento de la educación superior como una institución social y de conocimientos que busca formar a ciudadanos y dicha educación como medio de obtención de recursos y de negociación/interacción. En esta disputa la educación superior se tilda de fábrica de competencias públicas, legitimadas por intereses privados mediante procesos tecnológicos y administrativos, tuteladas eficazmente por las exigencias del mercado, en función de una oferta educativa correlacionada con las competencias que se garantizan mediante un atributo y un perfil de egreso.

¿Cómo pueden las Instituciones de Educación Superior responder de manera efectiva y a tiempo a los cambios globales que

afectan el desarrollo de un país y de una localidad? Es posible hablar de una intencionalidad en un modelo educativo superior para atender las necesidades de la industria. Las instituciones, en función de sus diseños curriculares, se enfocan en las necesidades y problemáticas de un sector industrial, mediante herramientas y revoluciones que garanticen la eficiencia en su manera de administrar y operar, como es la tendencia de la Industria 4.0 por medio de uno de sus elementos fundamentales, a saber, los macrodatos o inteligencia de datos (*Big Data* en inglés). Así se adecuaba a las sociedades del conocimiento de hoy.

En consecuencia, las Instituciones de Educación Superior, como elementos formadores, no pueden quedar al margen de este impacto. Se ha de reelaborar el currículo que introduzca este nuevo contenido de la virtualidad para complementar sus procesos formativos, por lo que Pérez (1998) afirma:

El papel de la escuela sería ayudar a formar ciudadanos más cultos, responsables y críticos, ya que el conocimiento (en este caso sobre el potencial y los mecanismos de seducción y concienciación de los *más media* [sic] y las nuevas tecnologías de la comunicación) es una condición necesaria para el ejercicio consciente de la libertad individual y para el desarrollo pleno de la democracia (p. 40).

Lo anterior permite evidenciar la actual función de la educación superior en México, que se está tornando en un objeto, ante la relación clientelar del alumno y la institución. En esta situación, las nuevas instituciones educativas contemplan una estrecha vinculación con el sector laboral, que hoy en día participa de manera activa en el diseño curricular y el contenido de los programas de estudio. Este sector forma parte de un grupo de interés, que incluye las actuales casas acreditadoras, que garantizan la calidad y pertinencia educativa de un programa de estudio y consideran la eficiencia administrativa y de operación de las instituciones.

Previamente, el modelo educativo tradicional contemplaba los espacios disciplinarios bajo el esquema de aulas y muros formativos, caracterizados por un encierro arquitectónico apoyado en el panoptismo de una vigilancia, propiciando lo que Foucault (2012) llamó “sociedades disciplinarias” (Foucault, 2012). Hoy se habla de “sociedades de control”, como lo señala Castells (2002), en las que no es necesario contar con la presencia de dichos muros formativos y donde las ofertas educativas adicionan una modalidad mixta y a distancia, adoptando nuevos formatos de clases y tecnologías destinados a formar profesionistas con competencias específicas que atiendan a las necesidades del mercado y del entorno; una formación que se administra mediante herramientas tecnológicas que ayudan a la reducción operativa de costos y a la oportuna toma de decisiones (Castells, 2002).

El presente artículo tiene como objetivo describir las tendencias globales relevantes que afectan la administración de los institutos de educación superior, explorando el potencial de la Industria 4.0, particularmente a través de los macrodatos, ante las tendencias cambiantes y emergentes que son producto de la globalización. Este escenario confluye con el momento de ofrecer y operar un programa de estudios del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital (ITSSLP,C) en el estado de San Luis Potosí. Esta investigación contribuye, por consiguiente, a la comprensión teórica y conceptual de los macrodatos, en un entorno de educación superior, como herramienta que posibilita una mayor interacción entre sus agentes, mediante su exploración e implementación focalizada en la autonomía y la mejora continua de sus procesos.

Fundamentos teóricos: reingeniería en el contexto de la Industria 4.0

El desarrollo tecnológico ha tenido un impacto importante en los sistemas de manufactura y en la industria. En el año de 1776 apareció la Industria 1.0, caracterizada por ser parte de la Primera Revolución Industrial. En 1913 se ubica la Industria 2.0, que sobresale por la fabricación en serie y la división del trabajo. En 1971 se observa la Industria 3.0, en el que se resalta la inteligencia y la flexibilidad de las máquinas, la automatización y la robótica. Recientemente, en el 2017, la llamada Industria 4.0 cuenta con beneficios relacionados con la integración, la innovación y la autonomía en los procesos, mediante sistemas ciberfísicos e interconectados.

El concepto de Industria 4.0 se gestó en Alemania en 2011, para hacer referencia a una política económica gubernamental basada en estrategias de alta tecnología (Mosconi, 2015). A lo largo de la historia el desarrollo tecnológico ha tenido un impacto importante en los sistemas de manufactura: primero con la máquina de vapor y la mecanización de los procesos, luego con la producción en masa, la automatización y la robótica y, más recientemente, con la que ha sido llamada “Industria 4.0”, considerada como la Cuarta Revolución Industrial, debido a su potencial y a los beneficios relacionados con la integración, la innovación y la autonomía de los procesos.

Estos sistemas conectados –también conocidos como sistemas ciberfísicos– pueden interactuar entre sí, utilizando protocolos estándar basados en la internet, capaces de analizar datos para predecir algún fallo. La Industria 4.0 posibilita recopilar y analizar datos en máquinas, lo que permite una mayor rapidez, flexibilidad y eficiencia (Schuster, Groß, Vossen, Richert y Jeschke, 2015). Al hablar de eficiencia, se contempla una reducción de costos

y un aumento en la productividad laboral. A las Instituciones de Educación Superior les resulta de suma importancia adoptar un modelo educativo que considere la operacionalización de la Industria 4.0, dado que posibilitará formar profesionistas competitivos, con lo que el alumno dejará de ser un usuario pasivo para devenir un usuario capaz de crear conocimiento mediante el aula invertida y la metacognición.

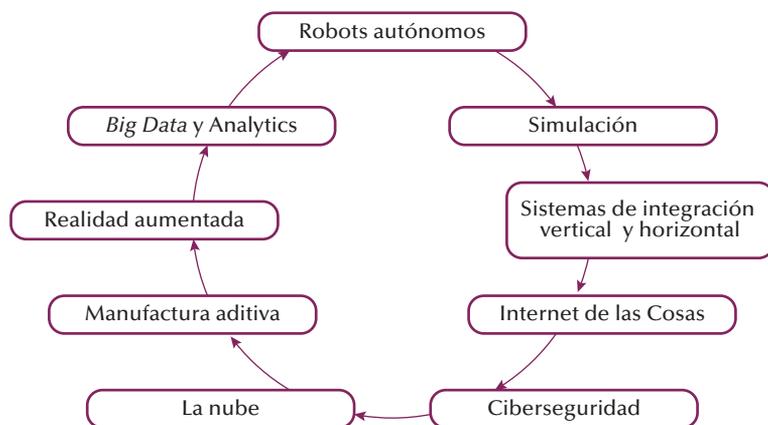
Existen nueve avances tecnológicos que forman parte de la base de la Industria 4.0 (figura 1): robots autónomos, simulación, sistemas de integración vertical y horizontal, Internet de las Cosas, ciberseguridad, la nube, manufactura aditiva, realidad aumentada, inteligencia de datos o macrodatos y *analytics*. Es evidente la correlación que tiene cada uno de los avances en función de la autonomía.

Por todo lo anterior, hablar de la Industria 4.0 lleva a repensar las Instituciones de Educación Superior con respecto a los formatos innovadores de enseñanza que tendrían que emplear para garantizar un aprendizaje significativo –como los cursos virtuales en tiempo real–, lo que posibilita entrar a una era en la que se digitaliza la educación.

La emergencia de los macrodatos

Los macrodatos o inteligencia de datos se reconocen como el conjunto de “activos de información que se caracterizan por su alto volumen, velocidad y variedad, y que demandan soluciones innovadoras y eficientes de procesado para la mejora del conocimiento y la toma de decisiones” (Douglas, 2001) de una manera eficiente y tendenciosa.

Figura 1. Avances tecnológicos de la Industria 4.0.



Fuente: elaboración propia.

Por su parte David Newman (2012) señala que “si bien el *Big Data* hace que las organizaciones sean más inteligentes, el *Open Data* es lo que conseguirá que realmente se obtengan más beneficios en el entorno altamente competitivo en el que nos encontramos” (p. 3). En el caso de las Instituciones de Educación Superior, esto permitiría dar respuesta a las exigencias de un mercado laboral competitivo y a los mismos patrones demográficos que hoy experimenta una sociedad promotora de las tendencias tecnológicas producto de un sistema económico neoliberal (Newman, 2012).

Es necesario resaltar la evolución y la reingeniería que presentan los sistemas de información, que emergieron desde la década de 1960 y se enfocaron en el procesamiento de datos (tabla 1). En las décadas de 1970 y 1980 se caracterizaron por la aplicación de sistemas de información, y en la década de 1990 se hicieron presentes los modelos de soporte a las decisiones. En el año 2000 sobresalió el almacenamiento y la minería de datos, y del periodo de 2010 a la fecha, se encuentra la conceptualización y la operación de la década de los macrodatos (Schuster et al., 2015).

Tabla 1. Evolución de los sistemas de información: *Big Data*

Periodo	Evolución de los sistemas de información	Características
1960	Procesamiento de datos.	La recopilación y manipulación de elementos de datos para producir información significativa.
1970-1980	Aplicaciones de los sistemas de información.	Sistemas de <i>software</i> que permiten a diversos grupos de usuarios utilizar colecciones de información.
1990	Modelos de soporte para la toma de decisiones.	Herramienta de inteligencia de negocios, enfocada en el análisis de los datos de una organización.
2000	Almacenamiento y minería de datos.	Proceso de encontrar correlaciones o patrones entre decenas de campos de grandes bases de datos relacionales.
2010-2019	Década de los macrodatos.	Cantidades masivas de datos que se acumulan con el tiempo. Son difíciles de analizar y de manejar utilizando herramientas comunes de gestión de bases de datos.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Es necesario que se considere que la administración pública no es una variable independiente, sino una variable totalmente dependiente de factores como la economía, la política, la tecnología y la evolución de la sociedad (Chaudhuri, Dayal, y Narasayya, 2011). Por tal motivo, es imprescindible que la administración pública se nutra del entorno global y competitivo para realizar una planificación a largo plazo de las actividades de las Instituciones de Educación Superior públicas.

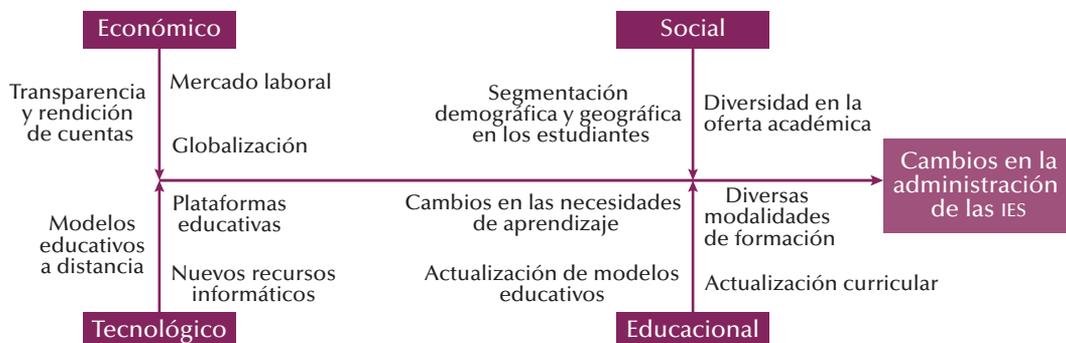
Oportunidades de los macrodatos en el contexto de las Instituciones de Educación Superior

Hoy las Instituciones de Educación Superior (IES) experimentan diversos cambios y ajustes en su operación, entre ellos, el presupuesto y la sistematización. La mejora continua en los procesos institucionales buscan adaptarse y sistematizarse en atención a las necesidades del entorno y la región (Johnson, 2014), las cuales se presentan en la figura 2. En esta figura se esquematiza la variable social, que contempla una diversidad de ofertas educativas, y una segmentación demográfica y geográfica de los posibles estudiantes a los que les interesa captar. Se incluye una variable económica, la cual contempla un sistema económico promotor de la globalización, en función de una necesidad del mercado laboral. También se presenta una variable tecnológica, que integra condiciones de nuevas plataformas educativas, recursos informáticos y reestructuración en los actuales modelos educativos que se están caracterizando por modelos educativos a distancia. La variable educacional contempla cambios en las necesidades de aprendizaje, actualización de modelos educativos, actualización curricular, así como entender y ofrecer diversas modalidades de formación.

Actualmente, una gran cantidad de organizaciones están utilizando datos para la efectiva toma de decisiones sobre sus directrices estratégicas y operativas. Esto lo están haciendo con base en el almacenamiento de datos que emerge desde la década de 1990 y contemplando las “cuatro Vs” (volumen, velocidad, variedad y veracidad) como soporte oportuno para decidir (tabla 2). Las cuatro Vs se presentan desde un contexto educativo:

- ▶ **Volumen:** una gran cantidad de información sobre los estudiantes, registros y trayectoria escolar, posibilita que las Instituciones de Educación Superior cuenten con la in-

Figura 2. Variables actuales y tendencias que generan cambios en la administración de las IES.



Fuente: elaboración propia de los autores.

Tabla 2. Presentación de las cuatro Vs concebidas desde el ámbito de las IES.

Características de los macrodatos en un contexto educativo	Implicaciones
Volumen	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de datos por alumnos • Estadísticos de trayectoria escolar • Bases de datos académicas • Centros de información • Biblioteca digital • Plataformas educativas • Repositorios <i>web</i>
Velocidad	<ul style="list-style-type: none"> • Páginas <i>web</i> institucionales • Redes sociales • Intranet para la operación de procesos institucionales
Variedad	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de reportes • Estadísticos • Aplicaciones distribuidas
Veracidad	<ul style="list-style-type: none"> • Pertinencia de los procesos administrativos • Pertinencia en la oferta educativa.

Fuente: elaboración propia de los autores.

formación necesaria para realizar un análisis detallado y atender líneas de investigación educativa. De igual manera, hoy cada institución ofrece diversos servicios en los que predomina el volumen de datos, como los centros de información, bibliotecas digitales, repositorios digitales, y plataformas educativas.

- ▶ **Velocidad:** los datos de la oferta en la educación superior pueden ser transformadores, es decir, que pueden alterar los procesos existentes para la administración, la enseñanza, el aprendizaje y el trabajo académico (Oblinger, 2012). Actualmente, cada institución cuenta con páginas *web* institucionales vinculadas con sus diversos segmentos de mercado a través de la comunicación interactiva, entre ellas las redes sociales. De igual manera, es de lo más común que cada institución tenga su propia intranet para suministrar y administrar diversos procesos institucionales.
- ▶ **Variedad:** la diversidad de la información que concentra una Institución de Educación Superior por programa educativo y cohorte generacional es incontable respecto a los estadísticos que emanan de dicha información, así como de la generación continua de reportes y estadísticos que se emiten periódicamente.
- ▶ **Veracidad:** gran parte de la información en una institución se convierte en insumos e incluyen desde la participación de los proveedores y clientes hasta aquellos a quienes continuamente se les está alimentando con información respecto a la oferta educativa, los indicadores institucio-

nales, las bases de datos, espacios de consulta, reportes estadísticos, entre otros. Es, por tanto, necesario contar con información oportuna y veraz, evitando así los sesgos e incertidumbres.

La inteligencia de datos o macrodatos pueden proporcionar a las Instituciones de Educación Superior a cargo de la administración las herramientas predictivas que necesitan para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes (Gamage, 2016) y las maneras en que los programas académicos cumplen con los estándares de calidad. Dicha herramienta soporta el diseño y el rediseño curricular en los planes y programas de estudio, recolectando datos respecto a todos los criterios e indicadores que contribuyen a la mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes (Marco de referencia 2018 del CACEI en el contexto internacional, 2017), dando como resultado planes y programas de estudio personalizados y promoviendo un aprendizaje eficiente (Daniel, 2015).

Entre los múltiples beneficios que presentan los macrodatos, se encuentra la información de soporte que permite apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. Por ejemplo, el poder contar con métricas y estadísticos en tiempo real de la trayectoria escolar que posibilitaría una oportunidad para los investigadores y académicos para analizar esa información y tomar decisiones pertinentes, evitando así un alto índice de reprobación y deserción escolares. De igual manera, al realizar un análisis retrospectivo de los datos de los estudiantes, se puede crear un modelo predictivo para examinar a los que están en riesgo y generar intervenciones oportunas que permitan contrarrestar dichas condiciones. Esto permite que los académicos adapten y personalicen tanto las didácticas como su práctica docente, e incluso que canalicen al estudiante a un programa eficiente de tutorías (Baer y Campbell, 2011; Oblinger, 2012).

Materiales y métodos

Con este trabajo se pretende mostrar en qué medida la implementación de las tecnologías 4.0, propiamente la inteligencia de datos, ha contribuido a mejorar las Instituciones de Educación Superior. Desde este planteamiento surge el problema de investigación al que se ha de dar respuesta con este trabajo, cuyo objetivo general es explorar las posibilidades de mejora en la gestión académica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí ubicado en el estado de San Luis Potosí, por medio de los macrodatos, en dos etapas. Para ello, se utilizó un estudio descriptivo con la intención de contextualizar el objeto de estudio y contrastar los hallazgos y enfoques metodológicos utilizados.

En la primera etapa, se seleccionó una técnica exploratoria de discusiones de grupos focales (FGDs, por sus siglas en inglés), así como una técnica documental y analítica por medio de la recolección de información y la revisión sistémica de literatura. En la segunda etapa, se siguió un análisis estadístico para revisar la trayectoria escolar mediante las cohortes de eficiencia terminal, como un claro ejemplo de indicadores institucionales administrados desde la directriz de los macrodatos.

Primeramente, para contextualizar el objeto de estudio y contrastar los hallazgos y enfoques metodológicos utilizados, se seleccionó una técnica exploratoria de discusiones de grupos focales, la cual se realizó en el Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. Este instituto cuenta con una oferta educativa de cuatro programas educativos: Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Administración; y con una matrícula de 1800 alumnos en modalidad escolarizada y mixta. Lo conforma una plantilla de 87 docentes y 69 integrantes del personal administrativo y directivo.

La técnica exploratoria de las discusiones de grupos focales contempla una serie de discusiones guiadas acerca de temas específicos con un grupo homogéneo y selecto. Se realizó en dos etapas FGDs [F1 y F2] a ocho personas a cargo de los procesos académicos que contempla la inteligencia de datos [P1, P2, P3], cuyos detalles se exponen en el tabla 3. Esta técnica permite evidenciar los procesos institucionales de manera correlacional entre la conceptualización y la implementación de los macrodatos. En esta técnica cualitativa se otorgó un consentimiento de la información derivada por parte de la institución, por lo que la confidencialidad de la IES está garantizada.

La “guía de discusión” utilizada por los grupos focales se centró en cuatro ítems: volumen o cantidad de bases de datos que se tiene por estudiante y trayectoria escolar; velocidad o capacidad de emisión de respuesta por medio de la plataforma *web* institucional “ITCAP Web”, “Moodle” y página *web* institucional; variedad o sistematización de procedimientos que alimentan el proceso de enseñanza-aprendizaje; y veracidad o confiabilidad en la sistematización de los procesos.

Tabla 3. Distribución y codificación de los grupos focales (FGD) participantes (n = 8).

Grupo focal	Los participantes	Código
F1	Personal administrativo que da seguimiento a procesos académicos institucionales = 5.	[F1P1]...[F1P5]
F2	Personal directivo que dirige y evalúa los procesos académicos institucionales = 3.	[F2P1]...[F2P3]

Fuente: elaboración propia, basada en los datos obtenidos del estudio.

Asimismo, se siguió un análisis estadístico para revisar la trayectoria escolar de los alumnos mediante las cohortes de eficiencia terminal. De los datos reunidos por el sistema se extrajo el total histórico hacia atrás de 10 cohortes que deben estar tituladas, es decir, cohortes que en un lapso estimado por la misma institución debieron concluir un ciclo completo o eficiencia terminal, que se describe de la siguiente manera: inscripción, conclusión de estudios académicos y obtención de título y cédula profesional. Extraídos bajo estos criterios, se procedió a analizar los datos, presentando únicamente los porcentajes con el propósito de no infringir la confidencialidad de los involucrados.

Resultados de la primera etapa: discusiones de grupos focales

En la tabla 4 se presentan los principales resultados inductivos interactivos del análisis temático de los dos grupos focales, contemplando 4 ítems principales que corresponden a las cuatro Vs consideradas por la inteligencia de datos, identificadas en la IES entrevistada: volumen, velocidad, variedad y veracidad.

Tabla 4. Resultados de los dos grupos focales de discusión.

Tema	Resultados	Ejemplo (citas de FGDs)
Volumen	Actualmente, la IES maneja un volumen considerable en las bases de datos de cada estudiante, que incluye información de toda su trayectoria académica, como avance reticular, calificaciones, información demográfica y curso en línea a través del Moodle, principalmente.	[F1P3]: “La intranet que manejamos soporta y le da seguimiento a todo el proceso de enseñanza-aprendizaje de nuestros estudiantes, en ella resguardamos el registro de evaluaciones, y todo aquel registro que permita demostrar que el alumno dio cumplimiento a su mapa curricular, hasta que lo titulamos y le damos seguimiento con respecto a su desempeño laboral que tiene con la industria”.
Velocidad	Se cuenta con una página <i>web</i> institucional como soporte a la oferta académica [http://www.tecsuperiorslp.edu.mx/] y con un servicio de comunicación que se le ofrece a cualquier ciudadano, para lo cual es fundamental dar respuesta inmediata y oportuna con la información que presenta la página. También se maneja una intranet denominada “ITCAP Web”, que administra procesos internos de la IES entre el personal directivo, administrativo y docente. Los cursos se gestionan mediante una plataforma de nombre “Moodle”, que administra un servidor institucional que otorga respuesta inmediata a estudiantes y académicos.	[F2P1]: “El Moodle me permite complementar mis clases con una plataforma en la que propicio el aula invertida con mis alumnos, mediante diversos objetos de aprendizaje, entre ellos foros, exámenes en línea, etc.”.

Tabla 4. (continuación).

Tema	Resultados	Ejemplo (citas de FGDs)
Variedad	El cúmulo de información que se resguarda en el servidor institucional y que se administra por medio de los procesos académicos institucionales sistematizados son los siguientes: tutorías, asesorías, evaluación del aprendizaje, gestión del curso, actividades complementarias, residencias profesionales, servicio social, ocupación de aulas, generación y consulta de índices de reprobación y deserción.	[F1P5]: “En el ITCAP Web puedo registrar las calificaciones de mi curso, así como puedo darle seguimiento a mi avance programado de cada materia, aparte puedo consultar la normativa institucional”.
Veracidad	Se considera que la información registrada y proporcionada en la plataforma web institucional ITCAP Web, en la página web y en Moodle, es totalmente confiable e institucional. El personal directivo y el Departamento de Tecnologías de Información (TI) de la IES la revisa continuamente.	[F2P2]: “Cuando quiero consultar mis calificaciones, me meto a la plataforma a checarlas”.

Fuente: elaboración propia, basada en los datos obtenidos del estudio.

Segunda etapa: análisis estadístico

Una de las ventajas de la inteligencia de datos es que la información numérica recabada se puede analizar estadísticamente. En la tabla 5 se concentran los resultados generales por cohorte generacional a partir del año 2003 y hasta el 2013 en la IES entrevistada. Esta tabla apunta en valores porcentuales la eficiencia

Tabla 5. Resultados generales por cohorte.

Cohorte	Eficiencia de egreso	Eficiencia de titulación	% de egresados titulados
2003	39.6%	27.1%	68.4%
2004	42.7%	31.6%	74.0%
2005	27.0%	15.7%	58.2%
2006	33.7%	19.3%	57.1%
2007	40.7%	16.6%	40.8%
2008	47.8%	26.6%	55.7%
2009	40.2%	18.8%	46.8%
2010	45.6%	16.9%	37.0%
2011	51.4%	17.9%	34.8%
2012	58.6%	22.9%	39.1%
2013	56.0%	15.0%	26.8%

Fuente: elaboración propia, con datos del Departamento de Servicios Escolares ITSSLP, C.

de egreso, la eficiencia en la titulación y el valor porcentual de egresados titulados.

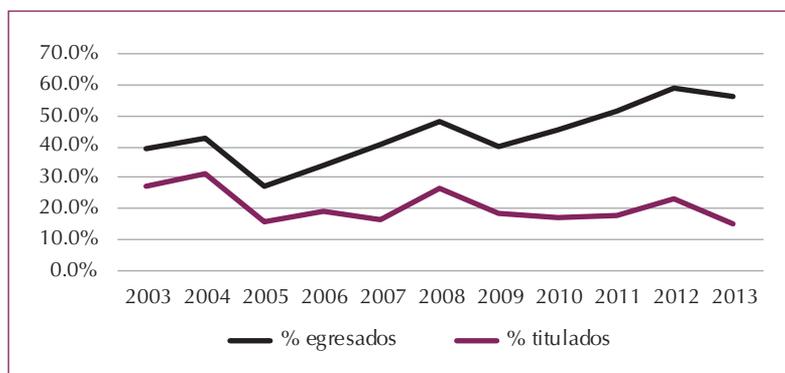
La información se presenta hasta el año 2013, debido a que en esta IES se ha establecido que un alumno que ingresa obtenga su título y cédula profesional al cabo de seis años. El corte para los datos es del 28 de febrero de 2019.

Esta tabla indica la eficiencia de egreso de cada cohorte, lo que se traduce en el porcentaje de alumnos que ingresaron y concluyeron sus créditos académicos; también señala la eficiencia de titulación, lo que indica claramente el porcentaje de alumnos que ingresaron, concluyeron sus créditos académicos y obtuvieron una cédula con efectos de patente para ejercer profesionalmente el grado académico alcanzado. Por último, indica el porcentaje de alumnos egresados titulados, dato que convierte en total la cantidad de alumnos por cohorte que concluyeron sus créditos académicos y después señala el valor en porcentaje de los que han obtenido su cédula con efectos de patente. Esto deja ver claramente que no todos los alumnos que concluyen sus créditos académicos obtienen un título y una cédula profesional.

Esta sencilla tabla resume un gran volumen de información contenida en los macrodatos de esta IES; sin embargo, puesto que las organizaciones utilizan los datos para la efectiva toma de decisiones –como fue señalado con anterioridad– y para facilitar dicha toma de decisiones, decidimos representar gráficamente los datos resumidos de la tabla 5, mismos que se pueden visualizar de manera más sencilla en la gráfica 1.

En la gráfica es muy fácil observar que a lo largo del tiempo se ha logrado un porcentaje ascendente de alumnos egresados por cohorte; sin embargo, en el mismo periodo no se presenta evidencia de que los estudiantes obtengan su título y cédula profesional. Según datos del INEGI, 16% de la población de 15 años y más

Gráfica 1. Eficiencia de egreso y de titulación por cohorte.



Fuente: elaboración propia, con datos del Departamento de Servicios Escolares del ITSSLP, C.

tiene algún grado aprobado en educación superior, por lo que los resultados de la IES entrevistada no aportan nada relevante a este indicador nacional, lo cual la convierte en una IES promedio, y como se señalará más adelante, por tendencia se presume que pronto será una carga negativa para dicho indicador.

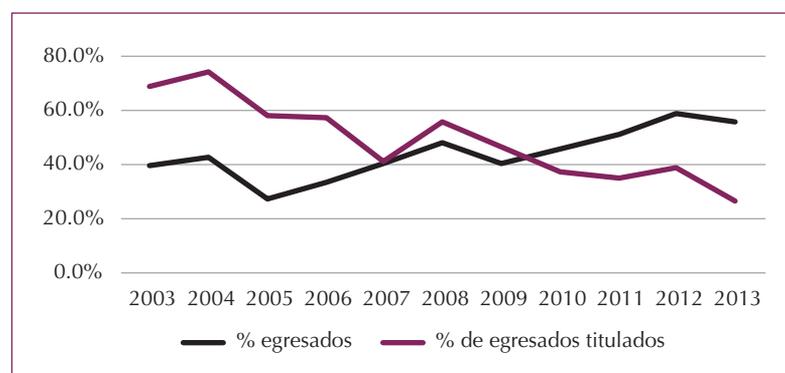
Una manera diferente pero más dramática de observar estos resultados se presenta en la gráfica 2, en donde se compara la eficiencia de egreso en porcentaje contra el porcentaje de egresados titulados.

En la gráfica 2, al igual que en la gráfica 1, se observa claramente el incremento en el porcentaje de egresados; sin embargo, aquí ese porcentaje se convierte en un 100% de egresados, para entonces obtener el porcentaje de egresados titulados. Es aquí donde se aprecia de manera inequívoca que, a pesar de que al andar el tiempo se tiene una mayor cantidad de alumnos que concluyen sus créditos académicos, cada vez son menos los egresados que obtienen el título y la cédula con efectos de patente para ejercer profesionalmente los estudios que concluyeron en la IES.

Discusión

Mediante la evidencia recolectada en esta investigación, se puede constatar la relevancia y la trascendencia que hoy tienen los sistemas informáticos como apoyo al servicio educativo al generar y analizar oportuna información para la toma de decisiones. La reingeniería emerge desde un modelo educativo que contempla y se adapta a las exigencias de la Industria 4.0 y, particularmente, en la presente investigación demuestra, mediante un estudio de caso, la necesidad actual que tienen las Instituciones de Educación Superior de adoptar los macrodatos para su proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo así replantear la manera

Gráfica 2. Eficiencia de egreso vs egresados titulados por cohorte.



Fuente: elaboración propia, con datos del Departamento de Servicios Escolares del ITSSLP, C.

de instruir y formar a los estudiantes, así como de dar seguimiento oportuno y administrativo a sus procesos académicos.

Partiendo de las discusiones de grupos focales, y bajo la dirección de los macrodatos, el presente estudio proporciona una panorámica respecto a la necesidad que actualmente cubre el sistema informático del ITCAP Web como medio de acercamiento, interacción y seguimiento al proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre los principales procesos están los siguientes: gestión del curso, actividades complementarias, residencias profesionales, servicio social, ocupación de aulas, seguimiento a la puntualidad y asistencia del personal directivo y administrativo; además de generar reportes de desarrollo académico, desarrollo de personal, recursos financieros, servicios escolares, índices de reprobación y vinculación. Lo anterior permite dar seguimiento e interactuar de manera sistematizada con estudiantes, académicos y personal administrativo de manera oportuna. En las ilustraciones 1 y 2 se puede observar una carátula de la presentación del sistema ITCAP Web. En los apartados “Sistemas” y “Reportes”, se identifican algunos de los procesos académicos y administrativos ya señalados, los cuales se gestionan desde la intranet.

De igual manera, con la generación y la consulta del ITCAP Web de los índices de reprobación, tanto el personal académico como directivo pueden predecir el comportamiento y la trayectoria escolar, posibilitando la canalización del estudiante de manera oportuna al programa o departamento que le compete.

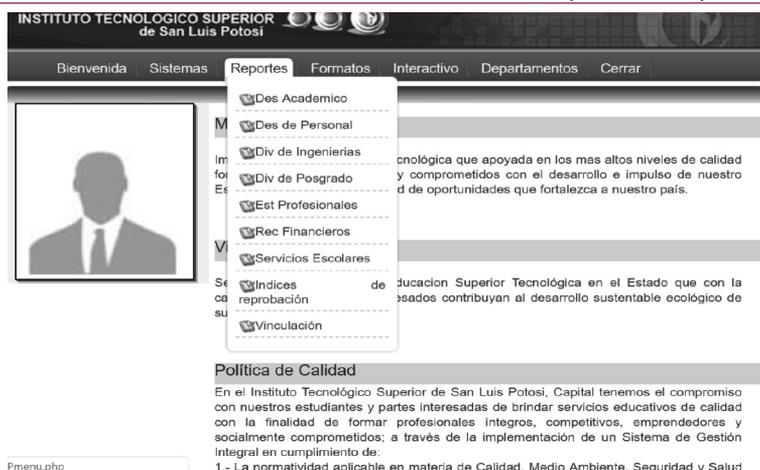
Ahora bien, recurrimos a dos métodos estadísticos que permiten predecir los posibles resultados proyectándonos a cinco

Ilustración 1. Presentación del sistema ITCAP Web, apartado “Sistemas”.



Fuente: Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital.

Ilustración 2. Presentación del sistema ITCAP Web, apartado “Reportes”.



Fuente: Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital.

años a futuro del corte actual. Con estos métodos se generó nueva información estadística de análisis. En la tabla 6 se muestran las predicciones calculadas con análisis de regresión lineal simple para los años de 2014 a 2018.

En la gráfica 3 se integraron las predicciones de la tabla 6 a los datos de la tabla 5 para obtener una gráfica uniforme y visualizar los posibles resultados futuros.

En la tabla 7 se muestran los pronósticos estimados con análisis de tendencia lineal para series de tiempo, para los años 2014-2018.

En la gráfica 4 se integraron los pronósticos de la tabla 7 a los datos de la tabla 5, para obtener una gráfica uniforme y analizar los posibles resultados futuros.

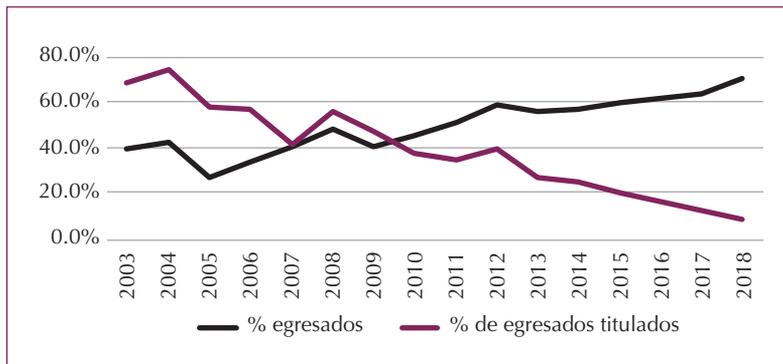
Los resultados obtenidos por ambos métodos estadísticos son muy similares y ambos posibles resultados pueden considerarse ne-

Tabla 6. Predicciones calculadas con análisis de regresión lineal simple.

Cohorte	Eficiencia de egreso	Eficiencia de titulación	% de egresados titulados
2014	57.1%	15.8%	24.3%
2015	59.4%	15.0%	20.2%
2016	61.6%	14.1%	16.1%
2017	63.8%	13.3%	12.0%
2018	70.0%	12.5%	7.9%

Fuente: elaboración propia, con datos del Departamento de Servicios Escolares ITSSLP, C.

Gráfica 3. Predicción por regresión lineal de eficiencia de egreso vs egresados titulados por cohorte.



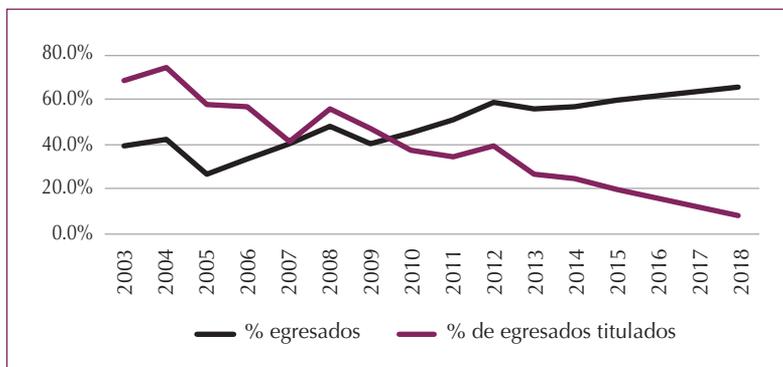
Fuente: elaboración propia de los autores.

Tabla 7. Pronósticos estimados con análisis de tendencia lineal para series de tiempo.

Cohorte	Eficiencia de egreso	Eficiencia de titulación	% de egresados titulados
2014	57.1 %	15.8 %	24.3 %
2015	59.4 %	15.0 %	20.2 %
2016	61.6 %	14.1 %	16.1 %
2017	63.8 %	13.3 %	12.0 %
2018	66.0 %	12.5 %	7.9 %

Fuente: elaboración propia, con datos del Departamento de Servicios Escolares ITSSLP, C.

Gráfica 4. Proyección de tendencia de eficiencia de egreso vs egresados titulados por cohorte.



Fuente: elaboración propia de los autores.

gativos para esta IES que fue entrevistada. Así, después de analizar a detalle las gráficas 3 y 4, se vuelve imperativo revisar el plan institucional de esta IES y, en lugar de profundizar en el costo por estudiante titulado –puesto que no tener título es como si no hubiese estudiado– y involucrarse en temas macroeconómicos y sociales, se debe evaluar la planeación estratégica y la posibilidad de reformularla.

Conclusiones

Es necesario que las Instituciones de Educación Superior adopten un proceso de reingeniería respecto de la manera en que administran y operan su oferta educativa. Es necesario que busquen garantizar la pertinencia y la calidad educativa por medio de la consolidación de la inteligencia de datos o macrodatos (*Big Data*) contemplada en las cuatro Vs (volumen, velocidad, variedad y veracidad), posibilitando así la eficiente toma de decisiones en su procesos académicos y administrativos. Esto propiciará la eficiente administración de sus recursos y les permitirá atender las exigencias de un mercado laboral que demanda que las instituciones de educación se adecuen al entorno de una Industria 4.0.

Son múltiples los beneficios que actualmente presenta la Cuarta Revolución Industrial, en la que imperan los robots autónomos, la simulación, los sistemas de integración vertical y horizontal, la Internet de las Cosas, la ciberseguridad, la nube, la manufactura aditiva, la realidad aumentada y la inteligencia de datos (Rüßmann et al., 2015). Por consiguiente, las Instituciones de Educación Superior que son administradas públicamente están adoptando en sus procesos una digitalización educativa, posibilitando que el estudiante pueda adquirir un aprendizaje significativo y competitivo, mediante la eficiente toma de decisiones basada en la sistematización de los procesos académico-administrativos.

Dado que la inteligencia de datos implica por sí misma el manejo de grandes volúmenes de información, el uso de una plataforma digital intuitiva en un sistema de educación superior para interactuar con sus agentes se vuelve indispensable para cualquier Institución cuyo modelo educativo vaya encaminado hacia la Industria 4.0. Pero, además, es igualmente imprescindible y pertinente la incorporación de los macrodatos para analizar y presentar todo el volumen de la información que sus agentes generan y así tomar mejores decisiones de reingeniería institucional con base en interpretaciones claramente sustentadas y procurando la mejora continua de los procesos académicos.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Baer, L., y Campbell, J. (2011). *Game changers: Education and information technologies*. Washington, D.C.: EDUCAUSE Association.
- Castells, M. (2002). La era de la información. Economía, sociedad y cultura. *La sociedad Red*, 1, 18.
- Chaudhuri, S., Dayal, U., y Narasayya, V. (2011). An Overview of Business Intelligence Technology. *Commun. ACM*, 54(8), 88-98. doi.org/10.1145/1978542.1978562
- Daniel, B. (2015). Big Data and analytics in higher education: Opportunities and challenges. *British Journal of Educational Technology*, 46(5), 904-920. doi.org/10.1111/bjet.12230
- Douglas, L. (2001). 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. Recuperado de: <http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>.
- Foucault, M. (2012). *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión*. Buenos Aires, AR: Siglo Veintiuno.
- Gamage, P. (2016). Big Data: Are Accounting Educators Ready? *Journal of Accounting and Management Information Systems*, 15(3), 588-604. Recuperado de https://econpapers.repec.org/article/amijournal/v_3a15_3ay_3a2016_3ai_3a3_3ap_3a588-604.htm
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/comotu/>
- Johnson, L. (2014). *The NMC horizon report: 2014 higher education edition*. Washington, DC: EDUCAUSE Association. Recuperado de <http://cdn.nmc.org/media/2014-nmc-horizon-report-he-EN-SC.pdf>
- CACEI/COPAES (2017). *Marco de referencia 2018 del CACEI en el contexto internacional*. Disponible en: http://www.cacei.org/docs/marco_ing_2018.pdf
- Mosconi, F. (2015). *The New European Industrial Policy. Global competitiveness and the manufacturing renaissance* (pp. 367-369). Londres, RU: Routledge. Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/mul/j0hje1/doi10.1430-84080y2016i2p367-369.html>
- Newman, D. (2012). *Open for Business: Learn to Profit by Open Data*. Recuperado de <https://www.gartner.com/en/documents/1947015-open-for-business-learn-to-profit-by-open-data>
- Oblinger, D. (2012). *Game Changers: Education and Information Technologies*. Washington, DC: EDUCAUSE Association.
- Oblinger, D. (2012). Let's Talk ... Analytics. Recuperado 12 de junio de 2019, de <https://er.educause.edu/articles/2012/7/lets-talk--analytics>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., y Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing*. 20. Munich: The Boston Consulting Group. Recuperado de <https://www.zvw.de/media/media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf>
- Schuster, K., Groß, K., Vossen, R., Richert, A., y Jeschke, S. (2015). Preparing for Industry 4.0 – Collaborative Virtual Learning Environments in Engineering Education. Conferencia: The International Conference on E-Learning in the Workplace 2015, junio 12-15, Nueva York. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/279243225_Preparing_for_Industry_40_-_Collaborative_Virtual_Learning_Environments_in_Engineering_Education/link/5591314a08ae47a3490f0c62/download

[INNOVUS]

Análisis comparativo de las estrategias para la evaluación de la práctica docente empleadas en escuelas secundarias de Baja California

Irma Gloria Arregui Eaton
Universidad Autónoma de Baja California
Alicia Alelí Chaparro Caso-López
Universidad Autónoma de Baja California

Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar las estrategias de evaluación de la práctica docente empleadas en algunas escuelas secundarias de alta y baja eficacia en Baja California, México. Para ello, se tomó una parte de la información obtenida en entrevistas realizadas a supervisores escolares y equipos directivos de 30 escuelas de educación secundaria. Los resultados muestran que, en primera instancia, son mínimas las prácticas de evaluación docente que se reportan en ambos tipos de escuela y, en segundo lugar, no se halló una diferencia considerable entre las estrategias evaluativas utilizadas en las escuelas de alta y baja eficacia, pues en ambas se realizan las mismas prácticas en proporciones similares, aunque resultaron menores en las escuelas de baja eficacia.

Palabras clave

Buenas prácticas escolares, educación secundaria, evaluación, práctica docente, mejora.

Comparative analysis of the strategies for the evaluation of teaching practice used in secondary schools in Baja California

Abstract

The objective of this study was to compare the teaching practice evaluation strategies used in high and low efficiency high schools in Baja California. To carry out the analysis, a fraction of the information retrieved was retaken, based on interviews with school supervisors and management teams from 30 secondary schools. The results show that in the first instance, the teaching evaluation practices that are reported in both types of schools are minimal, in addition there was not a considerable difference in the strategies for the evaluation of the teaching practice used in high and low efficiency schools, since both schools perform the same practices in similar proportions, although they were lower in low-efficiency schools.

Keywords

Evaluation, good school practices, secondary education, teaching practice, improvement.

Recibido: 26/11/2018
Aceptado: 17/09/2019

Introducción

De acuerdo con la Red Iberoamericana de Investigadores de la Evaluación de la Docencia (RIIED, 2008, 2014), el proceso de enseñanza ha sido central en el diseño de políticas nacionales e internacionales, que destacan la necesidad de precisar estrategias para evaluar la práctica docente –como factor fundamental del proceso educativo– que permitan monitorearla con fines exclusivamente formativos y de mejora constante de la calidad del proceso de la enseñanza y el aprendizaje. En los últimos diez años se han identificado en la literatura especializada diversas estrategias para evaluar la práctica docente, con las cuales se pretende, por ejemplo, mejorar la calidad de la educación, generar estímulos para el desarrollo profesional y económico de los docentes y valorar el quehacer diario de la acción docente (Parra, Mena y Sánchez, 2012; Martínez-Chairez, Guevara-Araiza, y Valles-Ornelas, 2016).

Hoy se reconoce la importancia de la evaluación de la práctica docente como una estrategia para el desarrollo profesional de los profesores en servicio (Marchesi y Pérez, 2018). Del mismo modo, dada la importancia del papel que desempeñan los docentes para mejorar la calidad de la educación, en las últimas décadas en México, al igual que en otros países de Latinoamérica, se ha observado un interés progresivo por evaluar su desempeño, lo cual, a su vez, ha motivado el desarrollo de diversas maneras de observar y medir las actividades de los docentes durante su ejercicio profesional (Barrera y Myers, 2011). Conjuntamente, se ha establecido que la evaluación de la práctica docente puede analizarse desde diferentes ángulos, tales como la manera en que el docente hace uso de la didáctica, cómo se encarga de gestionar la buena convivencia en el aula, y el modo en que logra centrar la atención de sus estudiantes y cerciorarse de que alcancen los objetivos de aprendizaje esperados (Larose, Grenon, Bourque y Bédard, 2011; Martín, 2017; Martínez-Rizo, 2012; Ponce y Macías, 2006).

En consecuencia, como lo señaló Estrada (2002), la evaluación de la práctica docente debe ser parte de la actividad cotidiana de los docentes en servicio; es decir, debe ser un proceso sistemático y continuo que permita la valoración de su ejercicio (Martín, 2017). Además, implementar diversas estrategias para evaluar el desempeño docente debe servir de guía para definir acciones encaminadas a mejorar y actualizar la labor docente; es decir, que ha de concebirse como una herramienta de valoración permanente de la práctica de enseñanza, que contribuya a identificar los conocimientos, fortalezas y debilidades del profesor, y que tenga el propósito de guiar la retroalimentación entre el docente y la institución escolar, lo que a su vez favorecerá el incremento continuo de la calidad educativa (Arce, 2010).

A este respecto, de acuerdo con Valdez (2000), la evaluación de la práctica docente debe cumplir al menos con cuatro funciones principales:

1. Función de diagnóstico: la evaluación debe servir para caracterizar el desempeño del docente. De tal caracterización deberán enlistarse sus fortalezas y debilidades, lo cual servirá de guía para tomar decisiones en torno a las acciones de capacitación y superación, que permitirán al docente mejorar su desempeño profesional.
2. Función instructiva: del proceso de evaluación debe resultar en un conjunto de indicadores del desempeño de los docentes evaluados, que servirán como guía de aprendizaje para optimizar su experiencia laboral.
3. Función educativa: los resultados de la evaluación ofrecen al docente una visión de cómo la comunidad escolar y social percibe su trabajo, a partir de lo cual podrá delinear una vía de acción para disminuir las debilidades que presenta en su labor.
4. Función desarrolladora: se espera que con la evaluación de su desempeño el docente comprenda mejor su trabajo y desarrolle la habilidad de la autocrítica y la autoevaluación, misma que paulatinamente le permitirá afinar su ejercicio profesional.

Dado lo anterior, se considera que la evaluación de la práctica docente debe orientarse fundamentalmente hacia propósitos formativos. Esto es esencial para mejorar los resultados escolares (Schmelkes y Mancera, 2010), sobre todo si se tiene en cuenta, como lo señaló Gutiérrez (2010), que el papel del docente es considerado como el principal generador de un proceso de enseñanza-aprendizaje con resultados significativos, los cuales se verán reflejados en un mayor rendimiento académico de los estudiantes. Por un lado, la evaluación de la práctica docente debe realizarse para medir las fortalezas y debilidades en el cumplimiento de las responsabilidades docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. Por otro lado, ayuda a determinar las acciones que deben someterse a un plan de mejora para contribuir al crecimiento personal y profesional del docente evaluado (Luviano, Del Fabbro, Oliver, Pazos y Martínez, 2005).

Romo (2013) aseguró que los procesos de evaluación docente que se enfocan en lo que este hace en el aula se centran en su desempeño, por lo cual es preciso enmarcar esta acción principalmente en el campo pedagógico-didáctico. Al mismo tiempo, se ha señalado que las tareas del docente son diversas (funciones de aula, burocráticas, sindicales, sociales y económicas) y que en el ejercicio de su práctica se conjugan varios elementos que, al ser evaluados, pueden contribuir a determinar si la acción del profesor

en el aula está dirigida eficazmente hacia el cumplimiento de los fines del acto educativo.

A este respecto, De Chaparro, Romero, Rincón y Jaime (2008) han establecido que la implementación de estrategias para evaluar el trabajo docente, encaminadas a valorar el cumplimiento de sus responsabilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje, implica tanto el seguimiento de las actividades que el docente realiza fuera del aula como las que lleva a cabo dentro de ella, y destacan que ambas influyen significativamente en los avances alcanzados por los estudiantes. Por ello, al evaluar la práctica docente ha de procurarse la participación del propio maestro, pero también la de otros miembros de la comunidad escolar, como los padres de familia e incluso sus estudiantes, quienes, apoyados en su interacción con los docentes a lo largo de su vida académica, luego de algunos años, se convierten en los mejores jueces de la idoneidad de las actividades del profesor en el aula de clases (Nieto y Portela, 2008; Román, 2010; Segovia, 2017). Así, se ha reconocido que con la evaluación de la práctica es posible dar a conocer al propio docente sus fortalezas y debilidades con la finalidad de generar propuestas para la mejora.

Según Montt (2011), durante las últimas dos décadas, en los países pertenecientes a la OCDE y en algunos otros de Latinoamérica, el interés por la evaluación de la práctica docente ha crecido de manera significativa. Particularmente en México, en 2019 la Secretaría de Educación Pública, por medio de la Unidad del Sistema para la Carrera de las Maestras y los Maestros (USCMM) ha propuesto contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación mediante la evaluación de las capacidades de los profesores en servicio, garantizando con ello la idoneidad del personal docente y técnico docente que forman parte del Servicio Profesional Docente (SPD), mediante los procesos y mecanismos de evaluación de la práctica pedagógica en educación básica. Entre ellos se destacan los siguientes:

1. Promoción: permite que el docente en servicio acceda a una categoría o nivel superior al que tiene, sin que ello implique necesariamente cambio de funciones, ascenso a un puesto o función de mayor responsabilidad y nivel de ingresos.
2. Reconocimiento: se refiere a las distinciones, apoyos y opciones de desarrollo profesional que se otorgan al personal que destaque en el desempeño de sus funciones.
3. Permanencia: implica la continuidad en el servicio educativo, con el propósito de mejorar la calidad de la educación en un marco de inclusión y diversidad, en pro del desarrollo integral de los educandos y el progreso del país; de mejorar la práctica profesional mediante la evaluación en las escuelas, el intercambio de experiencias y los apoyos necesarios; de asegurar la idoneidad de los conoci-

mientos y capacidades del personal docente, directivo y de supervisión; de estimular el reconocimiento de la labor instructiva mediante opciones de desarrollo profesional; de asegurar un nivel suficiente de desempeño docente; otorgar los apoyos necesarios para que los profesores en servicio puedan desarrollar sus fortalezas y superar sus debilidades; y, finalmente, de garantizar la formación, capacitación y actualización continua del profesorado.

Por lo tanto, la evaluación docente cobra una relevancia sustantiva, sobre todo si se tiene en cuenta que la evaluación es un insumo para la mejora (Flores, 2017). No obstante, cada escuela pone en práctica distintas herramientas de evaluación docente que seguramente están asociados con los resultados educativos de sus estudiantes (Suárez, 2018; Valdez, 2000). Los estudios sobre la eficacia escolar han mostrado que la evaluación es una práctica distintiva de las escuelas eficaces (García, 2017). Sin embargo, surge el cuestionamiento: ¿Todas las escuelas llevan a cabo las mismas prácticas de evaluación docente? ¿Se valen de las mismas herramientas? ¿Son diferentes las prácticas que realizan las escuelas eficaces de aquellas que no se consideran eficaces? El presente estudio pretendió contestar a estas interrogantes.

Por todo lo anterior, se considera que, al asumir la responsabilidad de analizar las estrategias utilizadas para evaluar la práctica docente, es necesario reconocer la importancia de dicha tarea, dada la función pública y social que los docentes desempeñan, pues no se trata de enjuiciarlos, sino de impulsar su realización profesional mediante un proceso de evaluación de su desempeño que respete su dignidad (Estrada, 2002). Conocer las estrategias para la evaluación docente cobra especial relevancia en el marco de la eficacia escolar, dado que en distintos estudios se ha mostrado que existe una serie de prácticas escolares que se asocian con el aprendizaje y el logro educativo de los estudiantes. Por tanto, conocer, desde la eficacia escolar, lo que las escuelas llevan a cabo en materia de evaluación docente se considera un tema pertinente y necesario (Blanco, 2008). El objetivo del presente estudio fue realizar un análisis comparativo de las prácticas de evaluación docente que se realizan en algunas escuelas secundarias de alta y baja eficacia.

Método

Participantes

Los participantes fueron supervisores y equipos directivos de 30 escuelas secundarias de Baja California. De éstas, 16 eran de alta eficacia y 14 de baja eficacia. Estos planteles fueron identificados en un estudio anterior (Martínez, Lizasoain, Castro y Joaristi,

2017) en el que, por medio de técnicas multinivel y con base en los resultados de pruebas de logro educativo y cuestionarios de contexto, se determinaron los planteles cuyo logro estaba por arriba de lo esperado (alta eficacia) o por debajo de lo esperado (baja eficacia), según su realidad contextual.

De las 30 escuelas seleccionadas, se entrevistó a un total de 111 informantes clave: supervisores-inspectores escolares (supervisores, inspectores y asesores técnico-pedagógicos o ATP) y equipos directivos (directores, subdirectores, prefectos, orientadores y coordinadores). Estos informantes se presentan en el cuadro 1. En las escuelas de alta eficacia se realizaron 32 entrevistas (16 a equipos directivos y 16 a supervisores de zona escolar) y en los planteles de baja eficacia se realizaron 28 (14 a equipos directivos y 16 a supervisores de zona escolar).

Para garantizar la calidad de la información recolectada en las entrevistas, se estableció como criterio indispensable para la participación de los informantes clave, que tuvieran una antigüedad de al menos seis meses, tanto en la zona escolar como en la escuela correspondiente, con el fin de garantizar que tuvieran un conocimiento suficiente del plantel, en términos de su gestión y organización. En el caso de que este criterio no se cumpliera, se solicitó la participación de un informante adicional (de la supervisión o de la dirección, según fuera el caso) que sí cumpliera con este criterio.

Insumos para el análisis

El insumo para el análisis utilizado en el presente estudio fue la información extraída de las 60 entrevistas realizadas a superviso-

Cuadro 1. Descripción de los informantes clave.

Supervisión escolar		Equipo directivo	
Cargo	Participantes	Cargo	Participantes
Inspector	13	Director	27
Supervisor	11	Subdirector	21
Asesor Técnico Pedagógico	24	Asistente de Dirección	1
Jefe de departamento	1	Prefecto	2
		Coordinador de área	5
		Docente	3
		Orientador	2
		Auxiliar de laboratorio	1
Subtotal	49	Subtotal	62

Fuente: elaboración propia.

res escolares y equipos directivos, las cuales formaban parte de un estudio mayor sobre prácticas escolares en escuelas de alta y baja eficacia. Para el análisis que aquí se presenta, se consideraron únicamente las prácticas correspondientes a la evaluación docente referidas en dichas entrevistas.

Análisis e interpretación de la información

Para analizar e interpretar la información extraída de las entrevistas, se empleó la técnica de análisis de datos propuesta por Rodríguez, Gil y García (1996), la cual consta de tres fases: 1) disposición y transformación de datos: procedimiento que facilita el análisis y la comprensión de los datos recabados, mediante la depuración de información irrelevante, reiterativa y ambigua. Para ello, se seleccionaron todas aquellas frases que incluían acciones relacionadas con las prácticas de evaluación que se llevaban a cabo dentro del plantel; 2) reducción de datos: consiste en identificar y clasificar diferentes unidades de datos bajo un mismo tópico o concepto, lo cual permite reducir un número determinado de unidades a un solo concepto que las representa; 3) obtención de resultados y verificación de conclusiones: es decir, la consolidación teórica, la aplicación de otras teorías, el uso de metáforas y analogías, así como la síntesis de los resultados obtenidos.

Resultados

Disposición y transformación de datos

El primer paso fue analizar la información recuperada en las entrevistas. Como resultado de dicho análisis se identificaron 90 prácticas orientadas a la evaluación docente, las cuales se reagruparon en nueve conjuntos. Para ello, se identificaron y clasificaron únicamente las acciones que guardaban relación con lo referido en la literatura, de manera que, cada vez que se identificaba una acción, se analizaba y se determinaba si se vinculaba con lo que otros autores habían descrito. En caso afirmativo, se verificaba si existía ya un conjunto de acciones identificadas al cual pudiera sumarse, y, en el caso contrario, se desarrollaba un nuevo conjunto. De esta manera, emergieron nueve conjuntos de acciones que se describen a continuación:

1. *Evaluación a partir de la opinión de los estudiantes.* De manera particular, los entrevistados destacaron que la evaluación a los docentes se realiza mediante la aplicación de encuestas (escritas o electrónicas) y la realización

- de entrevistas a los estudiantes. Señalaron que estas estrategias se caracterizan por ser anónimas y que usualmente se aplican una vez al año.
2. *Observación en el aula.* Los participantes mencionaron que algún miembro del equipo directivo realiza observaciones periódicas de los docentes en el aula. Éstas consisten en visitas en las que se analiza tanto la dinámica del aula como el modo en que se desarrolla la clase, y en qué medida se apegan a la planeación. Algunos directores tienen formatos de observación predefinidos, tipo listas de cotejo o de verificación; mientras que otros cuentan con bitácoras o diarios de campo. Hubo quienes señalaron que el supervisor de la zona escolar visita la escuela por lo menos tres veces al año y destacaron que, entre las diferentes actividades que realiza, dedica tiempo para observar el trabajo del docente en el aula, poniendo especial atención en las que se reportan estudiantes rezagados. Posteriormente, el supervisor manda sugerencias al director para que éste las transmita a sus docentes. Las sugerencias consistían en acciones específicas que pueden llevarse a cabo para mejorar el trabajo docente. Por ejemplo, algunos supervisores mencionan incluir acciones lúdicas que contribuyan a captar la atención de los estudiantes y mejorar el clima del aula, o bien, mejorar la organización de la ambientación en el aula.
 3. *Encuestas o entrevistas a padres de familia.* Éstas se llevan a cabo en las reuniones de entrega de boletas. Por ejemplo, a los padres se les aplican cuestionarios cuyas preguntas tienen como finalidad conocer su opinión sobre el trabajo docente, la gestión escolar, las actividades con los estudiantes en la escuela, etcétera.
 4. *Evaluación a partir del desempeño de los estudiantes.* Los participantes indicaron que para llevar a cabo la evaluación del desempeño docente se realizan diversos análisis. Algunos ejemplos a destacar son el análisis de los resultados obtenidos por los estudiantes en pruebas a gran escala; el análisis de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en los exámenes parciales y finales de los cursos que imparten; y el análisis y seguimiento de los alumnos que pasan a la preparatoria.
 5. *Participación de evaluadores externos.* Referente a este punto, sobresale que la evaluación se realiza a partir de la valoración de los cursos de formación continua en los que participa el docente; también mediante los resultados obtenidos en los concursos en los que participa, o bien, por medio de una ficha de escalafones.

6. *Aplicación de cuestionarios de autoevaluación.* Además de evaluar el desempeño de la práctica docente, estos cuestionarios le dan al maestro la oportunidad de reflexionar sobre su propia práctica.
7. *Evaluación para Carrera Magisterial.* Se evalúa al docente a partir de los resultados que obtiene en el examen reglamentario de Carrera Magisterial. Este examen se aplica cada año.
8. *Evaluación a partir de rúbricas o listas de cotejo.* La evaluación la realiza un equipo directivo junto con la inspección o supervisión escolar, mediante formatos pre-diseñados y listas de cotejo que incluyen rubros como puntualidad, asistencia, materiales didácticos y tecnológicos utilizados. Asimismo, se valora el cumplimiento en la entrega en tiempo y forma de las planeaciones de clase.
9. *Evaluación a partir de las planeaciones de clase.* Se revisa y da seguimiento a las planeaciones de clase que los docentes presentan al directivo escolar, considerando, entre otras cosas, la entrega en tiempo y forma de dicho documento, de acuerdo con el calendario que se establece previamente para el control de esta actividad. Sin embargo, en esta categoría se agrupaban acciones relacionadas principalmente con la revisión de las actividades que los docentes planeaban, para garantizar el logro de los aprendizajes, lo cual implicaba, por ejemplo, revisar calendarizaciones, contenidos temáticos, actividades dentro y fuera del aula, estrategias didácticas, evaluación del aprendizaje, entre otros.

Luego de reagrupar las prácticas en los nueve conjuntos anteriormente descritos, se encontró que, de las 90 prácticas para la evaluación docente señaladas por los entrevistados, 67 fueron mencionadas por los entrevistados en las escuelas de alta eficacia y 23 por los participantes de las escuelas de baja eficacia (ver cuadro 2). A pesar de la diferencia notable en el número de veces que las prácticas eran referidas en ambos tipos de escuela, la práctica de *observación en el aula* fue la más mencionada como estrategia de evaluación docente, seguida por la *evaluación a partir de rúbricas o listas de cotejo*. Particularmente en las escuelas de alta eficacia, la práctica que tuvo un tercer nivel de mención fue evaluación con base en el desempeño de los estudiantes; mientras que para las escuelas de baja eficacia fue la evaluación a partir de las planeaciones de clase. Llama la atención que hubo dos prácticas que no se presentaron en las escuelas de baja eficacia: las *encuestas a padres de familia* y la *participación de evaluadores externos*.

Cuadro 2. Tasa de prevalencia de las prácticas escolares por tipo de escuela.

Conjunto	Escuelas de alta eficacia n = 32 entrevistas		Escuelas de baja eficacia n = 28 entrevistas	
	k	Tasa	k	Tasa
Evaluación a partir de la opinión de los estudiantes	7	0.21	1	0.03
Observación en el aula	19	0.59	7	0.25
Encuestas o entrevistas a padres de familia	3	0.09	0	0
Evaluación a partir del desempeño de los estudiantes	9	0.28	3	0.10
Participación de evaluadores externos	3	0.09	0	0
Aplicación de cuestionarios de autoevaluación	3	0.09	1	0.03
Evaluación para Carrera Magisterial	3	0.09	1	0.03
Evaluación a partir de rúbricas o listas de cotejo	13	0.40	5	0.17
Evaluación a partir de las planeaciones de clase	7	0.21	5	0.17
Subtotal	67	2.05	23	0.78

Fuente: Elaboración propia.

Nota: k = número de veces que cada práctica fue mencionada por alguno de los entrevistados; se destacan en negritas las tres prácticas que más fueron mencionadas por los entrevistados en cada tipo de escuela.

Reducción de datos

Dado que se identificaron similitudes significativas entre los conjuntos de prácticas que se realizaban en ambos tipos de escuela, éstas fueron reagrupadas en tres categorías más generales: 1) evaluación a partir de la práctica, 2) evaluación por opinión y 3) valoración por criterios externos o indirectos. Esta agrupación permitió describir de manera más concreta las prácticas de evaluación docente que se instrumentan en ambos tipos de escuela. La agrupación se realizó de la siguiente manera:

1. *Evaluación a partir de la práctica.* Agrupó las siguientes categorías: Observación en el aula, Evaluación a partir de rúbricas y Evaluación a partir de planeaciones de clase.
2. *Evaluación por opinión.* Integró las prácticas Evaluación por los estudiantes, Encuestas a padres de familia y Cuestionarios de autoevaluación.
3. *Evaluación por criterios externos o indirectos.* Se consideraron las prácticas Evaluadores externos, Evaluación del desempeño de los estudiantes y Evaluación para Carrera Magisterial.

Como se puede observar en el cuadro 3, tanto en las escuelas de alta eficacia como en las de baja eficacia las prácticas de evaluación docente que más se mencionan son las relativas a la *eva-*

luación a partir de la práctica (tasa de 1.21 en escuelas de alta eficacia y de 0.60 en las de baja eficacia). En segundo lugar, se ubicaron las prácticas relacionadas con la *evaluación docente a partir de criterios externos*, con una tasa de 0.46, en las escuelas de alta eficacia y de 0.14 en las de baja eficacia. Por último, se ubicaron las prácticas de *evaluación por opinión*, con una tasa de 0.40 en las escuelas de alta eficacia y apenas de 0.07 en las de baja eficacia.

Cuadro 3. Síntesis y reagrupamiento de las prácticas por categorías.

Subcategorías	Prácticas utilizadas en las escuelas de alta eficacia n = 32 entrevistas		Prácticas utilizadas en las escuelas de baja eficacia n = 28 entrevistas	
	k	Tasa	k	Tasa
Evaluación a partir de la práctica	39	1.21	17	0.60
Evaluación por opinión	13	0.40	2	0.07
Evaluación por criterios externos o indirectos	15	0.46	4	0.14
Subtotal	67	2.07	23	0.81

Fuente: elaboración propia.

Discusión y conclusiones

Los resultados del presente estudio permitieron constatar la importancia que tiene la evaluación docente en la dinámica escolar. Como primer hallazgo, se puede afirmar que tanto en las escuelas de alta eficacia como en las de baja eficacia se llevan a cabo acciones de evaluación docente diversas. No obstante, tienen poca incidencia, pues como se pudo observar en los primeros nueve conjuntos de prácticas identificadas, ninguna de ellas alcanza una tasa de al menos 1, lo cual indica que en ambos tipos de escuela estas prácticas se reportan en muy pocos planteles y de manera escasa. Esto resulta relevante si se considera la importancia que guarda la evaluación docente. Desde 2002, Estrada puntualizó que la evaluación de la práctica docente debe ser una actividad habitual que implique un proceso sistemático y continuo, que favorezca el reconocimiento y el aprovechamiento de las fortalezas del docente y que, además, le permita identificar sus debilidades a fin de mejorarlas. Asimismo, diversos autores han señalado que la evaluación de la práctica docente es un elemento indiscutible de la eficacia escolar (Blanco, 2008; Estrada, 2002; Flores, 2017; Montt, 2011). No obstante, los resultados muestran que el interés por la evaluación docente en los planteles escolares donde se llevaron a cabo las entrevistas es aún incipiente y

no se ha convertido en una práctica continua y sostenida, ni siquiera en las escuelas consideradas de alta eficacia.

Vale la pena destacar que, además de que la evaluación docente es una práctica que los entrevistados refieren con poca frecuencia –lo que hace suponer que no se lleva a cabo de manera habitual en los planteles–, en el discurso tampoco aparecen expresiones que señalen la función que cumplen las pocas prácticas de evaluación docente referidas, en otras palabras, el uso que se da a los resultados de la evaluación. Al respecto, Valdez (2000) puntualizó las diferentes funciones que debe cumplir la evaluación docente, las cuales pueden resumirse en la mejora de la práctica. Dado que en las 60 entrevistas analizadas no se ubicaron respuestas relativas al uso de los resultados de la evaluación, no es posible inferir la función que cumplen las prácticas de evaluación docente en estos planteles. Si bien la evaluación debe estructurarse desde una perspectiva formativa, todavía no existe una sistematización del uso evaluativo que lleve a la instrumentación de estrategias enfocadas a la mejora ni en las escuelas de alta ni en las de baja eficacia.

De las pocas prácticas mencionadas en ambos tipos de escuela, las que más se refieren son las que tienen que ver con la *evaluación a partir de la práctica*, es decir, con base en la observación en el aula y del trabajo que realiza el docente y la *evaluación a partir de rúbricas o listas de cotejo*. Particularmente en las escuelas de baja eficacia, la puesta en marcha de estrategias evaluativas fue referida con menor frecuencia por los informantes. Concretamente, en este tipo de escuelas no se mencionó la aplicación de encuestas a padres de familia ni la participación de evaluadores externos, lo cual confirma lo expresado por García (2017) en cuanto a que la evaluación de la docencia es una práctica distintiva de las escuelas eficaces.

La observación en el aula como estrategia de evaluación docente resultó ser la práctica más referida en ambos tipos de escuela, lo cual es relevante si consideramos los planteamientos de Larose et al. (2011), Martínez-Rizo (2012) y Ponce y Macías (2006), quienes afirman que la observación representa una fuente de información rica en opciones para retroalimentar el ejercicio docente, y, asimismo, que constituye un espacio de reflexión para la mejora de la práctica docente, dado que ofrece al profesor frente a grupo la oportunidad de valorar su propia práctica. Asimismo, como lo expresó Aguirre et al. (2013), la evaluación del ejercicio docente apoyada en la observación permite que el docente aproveche la interacción con sus estudiantes y que genere cambios que conduzcan a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, al mismo tiempo que favorezcan su crecimiento personal y profesional.

En contraparte, llama la atención que la evaluación a partir de la opinión de los estudiantes y padres de familia, pese a la re-

conocida importancia que tiene la participación de estos agentes en la evaluación de la práctica docente (Nieto y Portela, 2008; Román, 2010; Segovia, 2017), no haya sido la estrategia más común ni en las escuelas de alta eficacia ni en las de baja eficacia, aunque en estas últimas fue prácticamente escasa.

Es de destacar que los informantes mencionaran la valoración de las planeaciones de clase como una de las estrategias de evaluación de la práctica, la cual se realiza en proporciones similares tanto en las escuelas de alta como en las de baja eficacia. Esto es de gran relevancia, pues como mencionaron De Chaparro et al. (2008), la evaluación de las planeaciones es necesaria para valorar el cumplimiento de las responsabilidades del profesor en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues facilita el seguimiento de las actividades que el docente realiza fuera del aula, porque tienen un impacto significativo en las que lleva a cabo dentro de ella y, por ende, en los avances de los estudiantes. Por tanto, la evaluación de las planeaciones debe implicar la revisión y el análisis profundo del contenido, de la metodología didáctica y de las actividades de evaluación de los aprendizajes, lo cual contribuirá a garantizar la calidad de la enseñanza.

Para finalizar, concluimos que tanto en las escuelas de alta eficacia como en las de baja eficacia existe poco interés por implementar estrategias para la evaluación del desempeño docente. No obstante, se identificó que en ambos tipos de escuelas las prácticas de evaluación son similares, y que la única diferencia estriba en la frecuencia con la que se realizan las prácticas, aunque es menor en las de baja eficacia. Aunado a esto, no se identificaron declaraciones relativas a la función que cumplen las diferentes estrategias de evaluación implementadas, en otras palabras, el uso que dan a los resultados de la evaluación. Esto deja patente que la evaluación docente está aún en proceso de construcción en las escuelas, pues no se realiza con la frecuencia que se esperaría, y mucho menos se manifiesta el uso y la utilidad que representa en la mejora escolar. Por lo tanto, la implementación de estrategias de evaluación docente debe considerarse un área de oportunidad en el proceso de mejora de la calidad educativa.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Aguirre, J., Etxaburu, J., Hernández, M. et al. (2013). *Mejora de la práctica docente. Una experiencia de autoevaluación*. Recuperado de: http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.eus/r43-573/es/contenidos/informacion/dig_publicaciones_innovacion/es_liderazgo/adjuntos/200012c_Pub_EJ_mejora_practica_docente_c.pdf
- Arce, J.M. (2010). Fines y Modalidades de la Evaluación. *Revista Digital Universitaria*, 11(6). Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.11/num6/art60/index.html#up>
- Barrera, I., y Myers, R. (2011). Estándares y evaluación docente en México: el estado del debate. *Chile: Programa de Promoción de la Reforma Educativa en América Latina y el Caribe [PREAL]*. Recuperado de: http://www.empresariosporlaeducacion.org/media/documentos2011/situacionamericalatina2012/estandaresmexico_preal2011.pdf
- Blanco, R. (2008). Eficacia escolar desde el enfoque de calidad de la educación. *Eficacia Escolar y Factores Asociados en América Latina y el Caribe UNESCO-LLECE*. Recuperado de: <http://www.rinace.net/vol5num5e.htm>
- De Chaparro, G.J., Romero, L.J., Rincón, E., y Jaime, L. H. (2008). Evaluación de desempeño docente. *Cuadernos de Lingüística Hispánica*, 11, 167-178.
- Estrada, L. (2002). El desempeño docente. *Departamento de Filosofía Facultad de Ciencias de la Educación Universidad de Carabobo-Venezuela*. Recuperado de: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dd/IMPORTANCIA_DEL_DESEMPEÑO_DOCENTE.pdf
- García, J. (2017). Los estándares de evaluación docente y la eficacia escolar: desarrollo, tendencias. Ciudad de México, MX: Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la educación IISUE-UNAM (pp. 283-326). Recuperado de: http://132.248.192.241:8080/xmlui/bitstream/handle/IISUE_UNAM/304/Los%20est%C3%A1ndares%20de%20evaluaci%C3%B3n%20docente%20y%20la%20eficacia%20escolar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Flores, J. (2017). La importancia de la evaluación para la mejora de la educación y así obtener calidad educativa. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. Recuperado de: <http://www.eumed.net/rev/atlante/2017/09/evaluacion-mejora-educacion.html>
- Gutiérrez, E. (2010). Un modelo de evaluación del desempeño docente que contribuye en la mejora de la calidad de los servicios educativos. Presentado en el Congreso Iberoamericano de Educación Metas 2021, Buenos Aires, AR. Recuperado de: <http://www.caiep.org.ar/congresos/Congreso%20IBEROAMERICANO/EVALUACION/RLE-3221Gutierrez.pdf>
- Larose, F., Grenon, V., Bourque, J., y Bédard, J. (2011). Análisis de la práctica docente y construcción de un referente de competencias profesionales. *Revista Española de Pedagogía*, 248, 81-100.
- Luviano, D., Del Fabbro, S., Oliver, M., Pazos, R., y Martínez, E. (2005). *Evaluación del desempeño docente*. Recuperado de: <http://www.cenidet.edu.mx/subaca/web-dda/docs/evaluaciondocente2005.pdf>
- Marchesi, A., y Pérez, E. (2018). *Un modelo de evaluación para el desarrollo profesional de los maestros en España*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. Recuperado de: <https://www.inee.edu.mx/un-modelo-de-evaluacion-para-el-desarrollo-profesional-de-los-maestros-en-espana/>
- Martín, E. (2017). *La importancia de evaluar la práctica docente*. El diario de la educación. Fundación periodismo plural. Recuperado de: <https://eldiariodelaeducacion.com/blog/2017/03/29/la-importancia-de-evaluar-la-practica-docente/>

- Martínez, F., Lizasoain, L., Castro, M., y Joaristi, M. (2017). Selección de escuelas de alta y baja eficacia en Baja California (México). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(2), 38-53. doi: 10.24320/redie.2017.19.2.960
- Martínez-Chairez, G., Guevara-Araiza, A., y Valles-Ornelas, M. (2016). El desempeño docente y la calidad educativa. *Revista Ra Ximbai*. Universidad Autónoma Indígena de México. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46148194007.pdf>
- Martínez-Rizo, F. (2012). Procedimientos para el estudio sobre las prácticas docentes. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 18(1), 1-22.
- Montt, P. (2011). Seminario organizado por el Ministerio de Educación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la Fundación Centro de Estudios en Políticas Públicas y Formar Foundation. Recuperado de: <http://www.fundacioncepp.org.ar/wp-content/uploads/2011/05/Pedro-Montt.-Paper-Seminario-Buenos-Aires1.pdf>
- Nieto, J. M., y Portela, A. (2008). La inclusión de la voz del alumnado en el asesoramiento para la mejora de las prácticas educativas. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 12(1), 5. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2741635&orden=170681&info=link>
- Parra, O., Mena, M., y Sánchez, B. (2012). Pensando en la labor del docente: un estudio comparado sobre la evaluación de su desempeño profesional. *EFDeportes.com Revista Digital. Buenos Aires*, 171. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd171/la-labor-del-docente-su-desempeno-profesional.htm>
- Ponce, V., y Macías, M. (2006). *Prácticas docentes en escuelas secundarias. Presentado en Actualidad, Prospectivas y Retos*, Jalisco, MX: Congreso Estatal de Investigación Educativa. Recuperado de: <http://portalsej.jalisco.gob.mx/sites/portalsej.jalisco.gob.mx/investigacion-educativa/files/pdf/Practica%20docente%20PONCE.pdf>
- Red Iberoamericana de Investigadores de la Evaluación de la Docencia (2008). *Reflexiones sobre el diseño y puesta en marcha de programas de evaluación de la docencia*. Recuperado de: http://www.rinace.net/riee/numeros/vol1-num3_e/reflexiones.pdf
- Red Iberoamericana de Investigadores de la Evaluación de la Docencia (2014). *V coloquio de la red iberoamericana de investigadores de evaluación de la docencia*. Recuperado de: <http://www.educacionfutura.org/v-coloquio-de-la-red-iberoamericana-de-investigadores-sobre-evaluacion-de-la-docencia-riied/>
- Rodríguez, G., y García, E. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Málaga, ES: Aljibe. Recuperado de: <http://www.albertomayol.cl/wp-content/uploads/2014/03/Rodriguez-Gil-y-Garcia-Metodologia-Investigacion-Cualitativa-Caps-1-y-2.pdf>
- Román, M. (2010). La voz ausente de estudiantes y padres en la evaluación del desempeño docente. *PREAL. Serie de documentos de trabajo No. 49*. Recuperado de: http://www.cide.cl/documentos/preal_49_MR.pdf
- Romo, J. (2013). Evaluación comprensiva del desempeño docente. *Conciencia Tecnológica*, 46, 52-55.
- Schmelkes, S., y Mancera, C. (2010). *Recomendaciones de políticas específicas sobre el desarrollo de un marco integral para la evaluación de maestros en servicio*. Recuperado de: <http://www.inidedelauia.org/2012/02/recomendaciones-de-politicas.html>
- Unidad del Sistema para la Carrera las Maestras y los Maestros, USCMM (2019). Secretaría de Educación Pública. Recuperado de: <http://uscmm.gob.mx/index2.html>
- Segovia, C. (2017). Evaluación docente desde la percepción del estudiante. *Revista Lex de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la Universidad Alas Peruanas*, 19. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6043556.pdf>
- Suárez, L. (2018). Desempeño docente y rendimiento académico en el área de la matemática de la institución educativa “Carlos Julio Arosemena Tola” del Cantón de la

provincia de Guayas Ecuador. *LOGOS, Revista Científica de la Facultad de Ciencias Empresariales - Universidad Alas Peruanas*, 8(1), 1-21. Recuperado de: <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/LOGOS/article/view/1534>

Valdez, H. (2000). Encuentro Iberoamericano sobre Evaluación del Desempeño Docente. Ponencia presentada por Cuba. Recuperado el 17 de abril de 2014, de: <http://www.oei.es/de/rifad02.htm>

Los argumentos de estudiantes universitarios en la solución de problemas sobre ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO)

Jonathan Cervantes-Barraza¹
Joan Sebastián Ordoñez-Cuastumal²
Armando Morales-Carballo¹

¹ Universidad Autónoma de Guerrero

² Universidad Autónoma de Occidente en Cali, Colombia

Resumen

Presentamos un estudio sobre los argumentos que los estudiantes construyen en el contexto de las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) en el nivel universitario. Esta investigación nació de la necesidad de dotar de significado los problemas sobre las EDO, en razón de que numerosas investigaciones indican la desconexión entre los procedimientos algebraico-numéricos y las representaciones gráficas que realizan los estudiantes. La investigación tiene como objetivo evidenciar los tipos de argumentos que potencian la conexión del enfoque algebraico-numérico con el gráfico. Para ello, diseñamos y desarrollamos un experimento de enseñanza con estudiantes universitarios en el curso de ecuaciones diferenciales y reconstruimos los argumentos junto con los razonamientos emergentes en la solución de problemas sobre las EDO con la ayuda de la propuesta metodológica de Conner. Como parte de los resultados, identificamos que los argumentos de tipo abductivo y deductivo permiten a los estudiantes relacionar los procedimientos analíticos con lo gráfico, es decir, dotan de significado a las expresiones algebraicas en términos de representaciones gráficas.

University students' arguments in solving ordinary differential equations

Abstract

We present a study about the construction of students' arguments in the context of ordinary differential equations (ODE) at university level. This research stems from the need of giving meaning to ODE problems, because numerous researches indicate there is disconnection in algebraic-numeric procedures with graphical representations made by students. The research objective is to show the kind of arguments that boost the connection of algebraic-numeric with graphical. To do so, we designed and developed a teaching experiment with university students in the course of differential equations, and we reconstructed the arguments at the same time with emerged reasonings in the solution of ODE problems based on Conner's methodological proposal. As part of our findings, we identified that the

Palabras clave

Argumentación, ecuaciones diferenciales ordinarias, experimento de enseñanza, razonamientos.

Keywords

Argumentation, ordinary differential equations, teaching experiment, reasoning.

Recibido: 05/03/2019

Aceptado: 08/11/2019

abductive and deductive arguments allow students to relate analytic procedures with graphic, that is, to give meaning to algebraic expressions in terms of graphical representations.

Introducción

En el marco de la educación matemática se ha registrado un incremento de investigaciones en todos los niveles escolares que abordan el estudio del razonamiento matemático y los tipos de argumentos. Con respecto a las investigaciones sobre argumentación, Krummheuer (2013) reconoce que los estudiantes en los primeros años de la educación primaria establecen argumentos de tipo narrativo y diagramático. Zacharos, Pournantzi, Moutsios-Rentzos y Shiakalli (2016) reportan que los argumentos de los estudiantes de primaria contienen la estructura de los argumentos inductivos. Van Ness y Maher (2018) y Cervantes-Barraza y Cabañas-Sánchez (2018) documentan que los contraargumentos (refutaciones) en clase de matemáticas emergen como producto de presentar argumentos que carecen de garantías o de soporte. Por su parte, Lin (2018) reconoce que la calidad de los argumentos de los estudiantes depende de la validez y la completitud de sus componentes, así como de las formas de refutar garantías, conclusiones y refutaciones falsas (elementos de un argumento). En ambientes de exploración/interacción con *software* dinámico, Lavy (2006) identificó cuatro tipos de argumentos emergentes: básicos, compuestos, elaborados y generales, presentados como específicos que pueden servir como conocimiento base para establecer pruebas matemáticas. Por su parte, Schnell (2014) muestra que los estudiantes de secundaria presentan argumentos basados en conexiones entre la teoría matemática (propiedades, reglas matemáticas) y los datos generados por *softwares*. Son pocas las investigaciones que reportan los tipos de argumentos que se dan en el contexto de la matemática universitaria; sin embargo, en el contexto de problemas sobre geometría del espacio, Molina, Font y Pino-Fan (2019) describen los procesos de argumentación desde la construcción de argumentos abductivos o analógicos que evidencian la dinamización de objetos matemáticos sobre proposiciones, conceptos y procedimientos.

En cuanto a los estudios sobre ecuaciones diferenciales en el nivel universitario, se ha reportado desde un enfoque socio-cultural (Stephan y Rasmussen, 2002). Estos autores abordan el estudio desde la resolución colectiva y el análisis de las prácticas matemáticas para evidenciar cómo desde la práctica social emergen situaciones de instrucción por parte del profesor que conducen a los estudiantes en la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias. Se reconoce que las técnicas analíticas para encontrar soluciones de ecuaciones diferenciales han sido durante

mucho tiempo el pilar del curso introductorio tradicional, y que la gran mayoría de las ecuaciones diferenciales no se pueden resolver con tales métodos. Sin embargo, los métodos numéricos involucran gráficas para determinar la solución de las ecuaciones diferenciales. Esto en razón de que los métodos numéricos son fáciles de emplear con la ayuda de tecnología, permiten analizar la expresión de las ecuaciones diferenciales, generan información sobre soluciones mediante la visualización y proporcionan soluciones fiables (Rasmussen, 2001). Por su parte, Rodríguez (2016) en su investigación involucró la modelación matemática y algunas aplicaciones de ecuaciones diferenciales en circuitos *rc*. Además, señala que el papel de la tecnología cumple la función de apoyar el proceso de modelación matemática en contextos mecánicos, eléctricos, hidráulicos y de naturaleza social cuando se abordan ecuaciones diferenciales. En un ambiente de geometría dinámica, Suarez, Jaimes y Chávez (2016) proponen problemas de mezclas y modelos de ecuaciones de primer orden, y reconocen que a los estudiantes se les dificulta transitar o cambiar de registros de representación: algebraico, gráfico, al lenguaje natural.

Es factible encontrar investigaciones que relacionan la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la educación superior. Entre ellas, se encuentran las relacionadas con las ecuaciones diferenciales (Rodríguez y Quiroz, 2016; Contreras y Escobar, 2012; Dullius, Araujo y Veit, 2011; Nápoles Valdés, González Thomas, Brundo, Genes y Basabilbaso, 2004). En estos estudios se hace énfasis en que los estudiantes involucren los tres enfoques para aprender las ecuaciones diferenciales ordinarias: lo algebraico, numérico y gráfico. En este contexto, se reporta un enfoque predominante en la solución de las ecuaciones diferenciales ordinarias, el algebraico-numérico (lo analítico). Sin embargo, los estándares dictados por organizaciones nacionales e internacionales señalan que el aprendizaje de procedimientos analíticos no es suficiente para alcanzar la formación integral de los futuros profesionistas (Rodríguez y Quiroz, 2016, p. 101). En línea con lo anterior, Nápoles Valdés, González Thomas, Brundo, Genes, y Basabilbaso (2004) advierten sobre el predominio avasallador de los procedimientos algorítmico-algebraicos en el discurso matemático de nivel superior y lo señalan como un problema de técnicas y recetas de aprendizaje donde el enfoque de la enseñanza conduce al estudiante a implementar algoritmos algebraicos sin contexto y carentes de significado sobre los procesos de aproximaciones lineales (enfoque gráfico).

Como producto de la revisión de la literatura, se reconocen varios aspectos fundamentales respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje de las EDO: 1) las investigaciones en educación matemática deben preocuparse por estudiar el pensamiento de los estudiantes mientras desarrollan ecuaciones diferenciales, ya que esto permite recolectar información base para mejorar el proceso

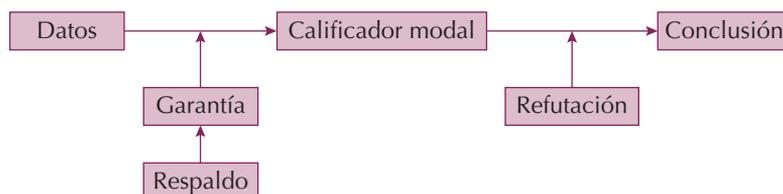
de enseñanza (Rasmussen, 2001); 2) se reconoce la desconexión entre los enfoques analítico-gráficos al resolver problemas sobre ecuaciones diferenciales ordinarias, 3) los argumentos que construyen los estudiantes son el medio propicio para identificar razonamientos matemáticos y proporcionan un primer acercamiento a la conexión entre los enfoques analítico y gráfico.

En función de la problemática planteada, este artículo tiene como objetivo principal identificar los tipos de argumentos que potencian la conexión entre los enfoques analítico y gráfico en el contexto de los problemas sobre ecuaciones diferenciales ordinarias, en particular, de problemas sobre familias de curvas ortogonales. En línea con este objetivo, el estudio aborda como pregunta de investigación: ¿qué argumentos potencian la conexión entre los enfoques analítico y gráfico en la determinación de familias de curvas ortogonales? Para dar respuesta a la pregunta, se implementó la propuesta teórico-metodológica para reconstruir los tipos de argumentos de los estudiantes y sus razonamientos (Conner, Singletary, Smith, Wagner y Francisco, 2014).

Referentes conceptuales

Argumentación matemática

Existen diferentes posturas sobre el concepto de “argumentación” asociadas a contextos académicos (derecho, ciencias sociales, filosofía y matemáticas, entre otras). Un autor referente en esta investigación es Stephen Toulmin. En su obra, *Una introducción al razonamiento*, Toulmin define la argumentación como “la actividad completa de hacer aserciones, desafiarlas, soportarlas mediante la producción de razones, criticando esas razones, refutándolas y así sucesivamente” (Toulmin, Rieke y Janik, 1984, p. 14). Con base en esta postura, las investigaciones en el marco de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática consideran que la argumentación es una habilidad básica que se desarrolla de manera progresiva a lo largo de la educación (Solar, 2018). Se caracteriza por su cualidad social y racional: cualquier persona la emplea, usando el lenguaje común, para convencer a una audiencia con razones vinculadas de manera lógica (Krummheuer, 1995; Knipping y Reid, 2015). En el contexto particular de la matemática, la argumentación está ligada al razonamiento y a la demostración (prueba matemática); sin embargo, no es equivalente a la última. La argumentación compromete al lenguaje común con el fin de convencer; en cambio, la demostración busca revelar la verdad o la validez de un razonamiento (Duval, 2000). Por citar un ejemplo de un razonamiento válido en matemáticas, el razonamiento deductivo permite construir conocimiento matemático y validarlo con base en un conjunto de reglas lógicas (por ejemplo, los silogismos lógicos).

Figura 1. Estructura y elementos de un argumento.

Fuente: adaptada de Toulmin (2003).

Con el fin de distinguir entre argumentación y argumento, definimos al último desde la postura de Toulmin (2003), como “la secuencia de afirmaciones y razones que, entre ellas establecen el contenido y la fuerza de la posición de la cual un ponente particular está argumentando” (p. 14). Desde la postura del autor, un argumento tiene una estructura no lineal (ver figura 1) constituida por seis elementos: la *aserción*, que se refiere a la afirmación o conclusión que establece el argumentador; los *datos*, que son la evidencia sobre la cual se fundamenta la aserción; la *garantía*, cuya función es conectar los datos con la aserción por medio de reglas, propiedades matemáticas, generalizaciones y características de los objetos matemáticos en estudio. A esta estructura se le conoce como el núcleo del argumento, presente en la argumentación colectiva de los estudiantes (Krummheuer, 1995). Sin embargo, algunas investigaciones evidencian la presencia de los elementos restantes en los niveles secundario y universitario, como el *respaldo*, que desempeña el papel de brindar un apoyo a la garantía mediante conocimiento validado en la comunidad matemática (por ejemplo, teoremas, axiomas y teorías); el *calificador modal*, presenta la fuerza del argumento desde frases como “siempre”, “para todos los casos”, “para todo ‘x’”, entre otros. Por último, la *refutación* tiene la función de presentar las excepciones de la aserción (Cervantes-Barraza, Cabañas-Sánchez y Ordoñez-Cuastumal, 2017; Cervantes-Barraza y Cabañas-Sánchez, 2018).

En el contexto de la argumentación matemática, Conner, Singletary, Smith, Wagner, y Francisco (2014) consideran que el razonamiento está estrechamente relacionado con la actividad de argumentar. En este artículo, concebimos el razonamiento matemático desde la postura de Conner et al. (2014), como inferencias intencionales sobre entidades matemáticas.¹ Aseguran los autores que, si un individuo formula un argumento, entonces, éste genera

¹ Los autores refieren por el término “entidad matemática” en el sentido de Zbiek y Conner (2006) como “cualquier objeto matemático de cualquier área de las matemáticas curriculares” (p. 92).

un conjunto de razones. Con base en este punto de vista, el razonamiento está inmerso en los argumentos que refieren a una serie de afirmaciones o conclusiones que resultan de inferencias² sobre entidades matemáticas (por ejemplo, conceptos, objetos matemáticos y operaciones) (Conner et al., 2014). En línea con las ideas presentadas, promover la argumentación en clase de matemáticas fomenta implícitamente la emergencia de razonamientos en lo individual y en lo colectivo (Rojas-Drummond y Peon Zapata, 2004).

Tipos de argumentos

Resultado del proceso argumentativo, Zacharos, Pournantzi, Moutsios-Rentzos y Shiakalli (2016) consideran que los tipos de argumentos brindan una idea del razonamiento adoptado por los estudiantes en la transición de las formas informales del conocimiento al uso del lenguaje matemático. Para descubrir la relación entre diferentes tipos de argumentos, los autores recomiendan tener en cuenta los elementos de la argumentación: la garantía, el respaldo y las refutaciones (Schnell, 2014, p. 518). La garantía se considera como un elemento esencial del modelo de Toulmin, en razón de que evidencia el razonamiento matemático de los estudiantes y permite reconocer las propiedades, reglas matemáticas, patrones y generalidades matemáticas inmersas en su contenido (Singletary y Conner, 2015; Knipping, 2008).

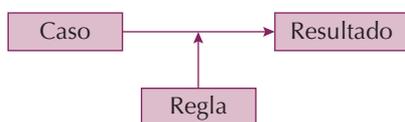
Los tipos de argumentos son implicados por un tipo particular de razonamiento: deductivo, inductivo, abductivo o de analogía desde el encuadre teórico que relaciona la argumentación con el razonamiento matemático (Conner et al., 2014). Estos autores integraron los elementos de un argumento (dato, garantía y aserción) (Toulmin, 2003) con los elementos del razonamiento propuestos por Pierce (1956): caso, regla y resultado, con la intención de estudiar el razonamiento matemático de los estudiantes. En el sentido de Pierce, el *caso* se refiere a una observación específica que contiene una condición, la *regla* es una proposición general que afirma (si una condición ocurre entonces la otra también) y el *resultado*, una observación que mantiene una condición relacionada con otra condición o por una regla (Conner et al., 2014). Para caracterizar los tipos de argumentos, presentamos una descripción de cada tipo y su estructura, con base en la propuesta de Conner et al. (2014).

Los argumentos deductivos refieren a la construcción de conclusiones o aserciones como consecuencias lógicas de supuestos

2 La inferencia se concibe como “el paso de proposiciones dadas como preliminares o hipótesis (las propuestas de entrada) a otra proposición (la conclusión) bajo una regla explícita o implícita” (Duval, 1999, p. 235).

o premisas previamente establecidos. En términos de la propuesta de Conner et al. (2014), las premisas se corresponden con los casos, datos o evidencia. En este tipo de argumento, el estudiante establece un resultado con base en inferencias matemáticas fundamentadas en propiedades, teoremas o axiomas matemáticos, que a la vez conforman el contenido de la garantía. La estructura básica del argumento deductivo (figura 2) se constituye por un resultado o una conclusión del argumentador, construido con base en una serie de inferencias matemáticas en términos de propiedades, teoremas o axiomas matemáticos. El caso o dato del argumento incluye casos particulares e información inicial que fundamentan la conclusión.

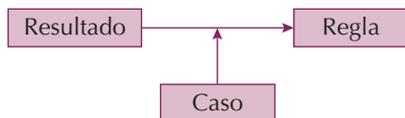
Figura 2. Argumento deductivo.



Fuente: Conner et al., 2014.

El argumento inductivo contiene generalizaciones que son producto del proceso de análisis y de abstracción sobre casos particulares. En este tipo de argumento los estudiantes construyen conjeturas basadas en generalizaciones establecidas sobre casos particulares analizados (Conner et al., 2014). La estructura de los argumentos inductivos (figura 3) se caracteriza por considerar los datos o información inicial como un conjunto de resultados sobre casos particulares. Con base en esto, el argumentador construye la generalización de los casos en términos de una regla matemática, de un patrón o de una definición (por ejemplo, la conclusión).

Figura 3. Argumento inductivo.

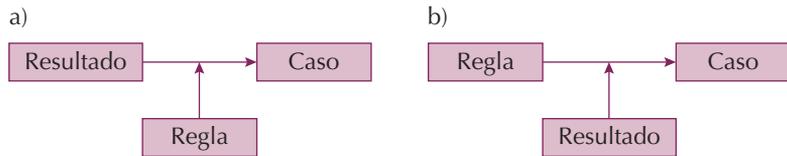


Fuente: Conner et al., 2014.

El argumento abductivo está compuesto por inferencias matemáticas que permiten construir un resultado a partir de un hecho matemático observado. Este tipo de argumento se caracteriza

por procesos de razonamiento contrarios al deductivo, es decir, se razona de adelante hacia atrás. La estructura de este tipo de argumento (figura 4) se presenta de dos formas: 1) a partir de los resultados, el argumentador infiere caso(s) con base en una regla matemática definida (ver figura 4a); 2) con base en una regla matemática se puede inferir un caso fundamentado desde los resultados (ver figura 4b).

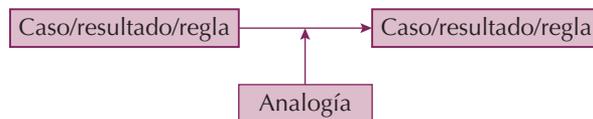
Figura 4. Estructura de argumentos de tipo abductivo.



Fuente: Conner et al., 2014.

El argumento de analogía recae en la construcción de una conclusión basada en observar similitudes estructurales o de contenido entre casos correspondientes. El razonamiento inmerso en este tipo de argumento remite a la similitud entre procedimientos en la solución de ejercicios y permite identificar una ruta para solucionar el ejercicio, desde tres posibles formas en las que se aplica una analogía: 1) partiendo de los casos para llegar a un resultado, 2) partir de resultados y arribar a casos, 3) partir de resultados y arribar a la regla que determina el ejercicio (figura 5). En suma, en este tipo de razonamiento, el caso, el resultado o la regla pueden ser punto de partida, es decir, los datos de la argumentación de igual manera pueden ser una aserción.

Figura 5. Argumento de analogía.



Fuente: Conner et al., 2014.

Las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO)

Una ecuación diferencial se define como una ecuación que contiene derivadas de una o más variables dependientes con respecto a una o más variables independientes. Las ecuaciones diferenciales se clasifican según su orden, tipo o linealidad (Zill, 1997). Si

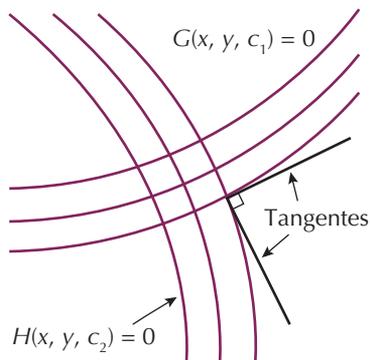
una ecuación sólo contiene una derivada ordinaria de una o más variables dependientes con respecto a una sola variable independiente, entonces se dice que es una ecuación diferencial ordinaria (EDO). La clasificación, según el orden de la ecuación, es con respecto a la derivada de mayor orden en la ecuación. En relación con las EDO, se entiende que las familias de curvas son trayectorias ortogonales entre sí (figura 6), cuando todas las curvas de una familia $G(x, y, c_1) = 0$ cortan ortogonalmente todas las curvas de otra familia $H(x, y, c_2) = 0$. Además, si

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y)$$

es la ecuación diferencial de una familia, la ecuación diferencial de sus trayectorias ortogonales es

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{1}{f(x, y)}$$

Figura 6. Familia de curvas ortogonales.



Fuente: Zill, 1997.

Metodología de la investigación

Esta investigación adopta el paradigma de diseño (Molina, Castro, Molina y Castro, 2012; Steffe y Thompson, 2000), cuya naturaleza es primordialmente cualitativa y enmarca el experimento de enseñanza (*Teaching Experiment*). En esta investigación se diseñó y desarrolló un experimento de enseñanza, que consiste en episodios de enseñanza grabados en video en los que interviene un profesor investigador ante un estudiante o un grupo, con el objetivo de experimentar de primera mano el aprendizaje y el razonamiento matemático (Steffe y Thompson, 2000, p. 267).

Participantes

El experimento de enseñanza se desarrolló con un grupo de tres estudiantes de sexto semestre del programa de la licenciatura en matemáticas matriculados en una universidad pública ubicada al sur de México. Los estudiantes fueron seleccionados por el profesor encargado del curso de ecuaciones diferenciales. Como criterio de selección se propuso la participación voluntaria de tres estudiantes con rendimiento académico bajo, intermedio y alto, según las calificaciones obtenidas en cursos previos, y que además el profesor titular reconociera que habían demostrado en clase tener conocimientos sobre cálculo diferencial, integral, vectorial y álgebra lineal obtenidos de cursos tomados en los semestres anteriores. En la ejecución del experimento participó uno de los autores de este artículo en el rol de profesor, junto con un investigador auxiliar para apoyar en la toma de datos, la repartición de las tareas, la toma de notas de campo y la triangulación de los resultados.

Experimento de enseñanza

El experimento de enseñanza en esta investigación se diseñó con base en las fases planteadas por Molina, Castro, Molina y Castro (2012). La primera fase consistió en la preparación del experimento; en la fase dos, se presenta cómo se desarrollaron las tareas y, en la fase tres, se analizan los datos con respecto al método del análisis. En el cuadro 1 se muestra la descripción detallada de cada fase.

Tareas del experimento de enseñanza

El experimento de enseñanza está conformado por dos tareas referentes al estudio de familias de curvas ortogonales. La primera tarea, de carácter exploratorio (tarea previa), se diseñó con el objetivo de recuperar y familiarizar conceptos claves relacionados con el estudio de las familias de curvas ortogonales. En cuanto a la tarea matemática (T), involucró a los estudiantes para resolver un problema que implica ecuaciones diferenciales para hallar familias de curvas mutuamente ortogonales. La aplicación y el desarrollo de la tarea previa y la tarea T demandaron, cada una, dos horas reloj. En un primer momento, el profesor investigador propuso a los estudiantes resolver la tarea previa y, al término de ésta, hizo una retroalimentación basada en las respuestas presentadas. Para desarrollar la tarea matemática, el profesor investigador les facilitó computadoras a los estudiantes y la tarea matemática impresa. Los estudiantes emplearon una hora

Cuadro 1. Descripción de las fases del experimento de enseñanza.

Experimento de enseñanza		
Fase 1	<i>Preparación del experimento</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Planteamiento del problema sustentado en la teoría. • Elección del tema a estudiar en las tareas. • Diseño de las tareas. • Ejecución de la prueba piloto. • Rediseño de las tareas.
Fase 2	<i>Desarrollo de las tareas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Las tareas se desarrollaron a nivel individual. • En lo colectivo, los estudiantes expresaron sus argumentos basados en el trabajo individual. • Al final de la sesión, los investigadores se reunían para platicar aspectos a considerar en el análisis.
Fase 3	<i>Análisis retrospectivo de los datos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis cualitativo-descriptivo basado en datos. • Reconstrucción de la argumentación y clasificación de los tipos de argumentos con base en la propuesta metodológica de Conner et al. (2014).

Fuente: Elaboración propia de los autores.

reloj para resolver la tarea, luego el profesor investigador generó un ambiente propicio para compartir las respuestas: con la intención de generar la argumentación entre los estudiantes, proyectó el trabajo escrito y lo realizado en GeoGebra por cada estudiante sobre la pizarra, con la ayuda de un proyector.

Tarea matemática (T)

Con el apoyo del *software* GeoGebra, al escoger unos valores del parámetro c , traza algunas curvas de la familia dada por la ecuación a). En otra hoja de GeoGebra, también al escoger unos valores del parámetro c , traza algunas curvas de la familia dada por la ecuación b).

Luego encuentra algebraicamente la familia de curvas ortogonales a cada una de las familias anteriores.

$$x + 2y = c \quad (a)$$

$$x^2 + 2y^2 = c \quad (b)$$

- I. ¿Visualmente qué se puede inferir al trazar rectas tangentes a cada una de las curvas por el punto de intersección de las mismas? Explique ampliamente.
- II. Al comparar las pendientes de las rectas tangentes a las curvas en un punto de intersección, ¿qué se puede concluir? Explique ampliamente.
- III. ¿Cómo puedes relacionar lo algebraico y lo gráfico del cálculo de las curvas ortogonales?

Con base en la problemática planteada en este artículo, el diseño de las tareas es fundamental, porque son el medio promotor de la construcción de argumentos y razonamientos que involucran la faceta analítica con la gráfica. Desde el diseño de la tarea y los referentes conceptuales planteados, se busca que los estudiantes conecten la faceta analítica con la gráfica sobre la base de un problema que se resuelve con ecuaciones diferenciales y preguntas que llevan a los estudiantes a reflexionar sobre la relación de cada procedimiento junto con la parte conceptual y su significado en el contexto de lo gráfico.

Análisis de los datos empíricos

El análisis de los datos se realizó bajo un enfoque cualitativo basado en la reconstrucción de la argumentación de los estudiantes. Para ello, se empleó el modelo teórico-metodológico propuesto por Conner et al. (2014). Se tomaron las transcripciones de la sesión y se enumeró cada línea con el fin de identificar los segmentos donde los estudiantes (E1, E2, E3) argumentaron sobre cómo resolvieron el problema y dieron respuesta a los requerimientos planteados en términos de las preguntas de las tareas matemáticas I, II y III (cuadro 2).

Como parte del análisis *a priori* sobre la tarea matemática planteada a los estudiantes, se presenta una descripción de la solución clásica que relaciona las familias de curvas ortogonales. Para encontrar una familia de curvas ortogonales a la ecuación: $x + 2y = c$, se deriva cada miembro con respecto a la variable “ x ”. De ello obtenemos la ecuación diferencial: $1 + 2y' = 0$, despejando el término y' que es equivalente a las notaciones

$$\frac{dy}{dx} \text{ y } f(x, y),$$

tenemos que:

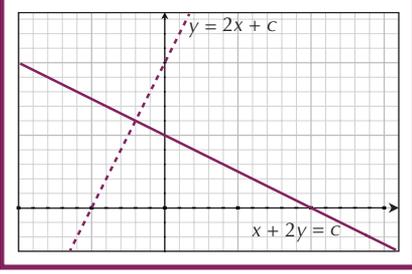
$$y' = -\frac{1}{2}.$$

Encontramos que la función derivada de la ecuación inicial es igual a menos un medio. Ahora, con este resultado, y aplicando la fórmula

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{1}{f(x, y)},$$

tenemos que la ecuación diferencial correspondiente a la familia de curvas ortogonales a la inicial es:

Cuadro 2. Ejemplo del análisis de los datos.

Transcripción	
<p>Profesor: ¿Cómo puedes relacionar lo algebraico y lo gráfico de las curvas ortogonales? E3: En lo gráfico, vemos el comportamiento de las gráficas y a partir de allí determinamos sus tangentes y con lo gráfico vemos también que las rectas tangentes son ortogonales. Con lo algebraico determinamos una familia ortogonal a la función dada, lo algebraico para comparar los valores de las pendientes y ver que son recíprocas.</p>	
Reconstrucción de la argumentación	
<p><i>Datos</i></p> <div style="border: 1px solid #800040; padding: 5px;"> <p>CASO: ¿cómo puedes relacionar lo algebraico y lo gráfico de las curvas ortogonales?</p>  </div>	<p><i>Conclusión</i></p> <div style="border: 1px dashed #800040; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>RESULTADO: las rectas tangentes son ortogonales.</p> </div> <div style="border: 1px dashed #800040; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>REGLA: en lo gráfico vemos el comportamiento de la gráficas y a partir de allí determinamos sus tangentes.</p> </div> <div style="border: 1px dashed #800040; padding: 5px;"> <p>REGLA: con lo algebraico determinamos una familia ortogonal a la función dada, lo algebraico para comparar los valores de las pendientes y ver que son recíprocas.</p> </div>
<p>Garantía</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid #800040; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Profesor</div> <div style="border: 1px solid #800040; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Ambos</div> <div style="border: 1px dashed #800040; padding: 2px;">E3</div> </div>

Fuente: Elaboración propia de los autores.

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{1}{\left(-\frac{1}{2}\right)}$$

equivalente a

$$\frac{dy}{dx} = 2$$

Integrando en cada miembro de la ecuación diferencial obtenemos la expresión matemática $y = 2x + c$, que representa la familia de curvas ortogonales a la inicial.

La solución de esta tarea comprende dos familias de rectas con pendientes respectivas $(-1/2)$ y 2 . Sin embargo, el enunciado se refiere a curvas, por lo que se constató, antes de la experimentación con el profesor encargado de la materia, que los estudiantes consideraran que las rectas son curvas y con esto se evitara una interpretación errada de los resultados de este primer problema.

Los tipos de argumentos se identificaron con base en el contenido de las garantías y el orden en que los estudiantes procedieron,

esto en función de lo establecido en Conner et al. (2014). El argumento deductivo se identificó cuando los estudiantes partieron de un caso o una información inicial para inferir, con base en propiedades matemáticas, definiciones o reglas, y establecer un resultado o una conclusión. Identificamos los argumentos abductivos cuando los estudiantes usan resultados obtenidos para inferir información inicial en términos de datos. Se identificaron los argumentos inductivos al reconocer generalizaciones sobre casos particulares, y los argumentos de analogía, cuando los estudiantes determinaron una conclusión con base en la comparación de estructuras similares de los problemas previos.

En el cuadro 2 se presenta la estructura de un argumento inductivo construido por el estudiante E3 en respuesta a la pregunta del profesor. Los datos de este argumento se fundamentan en la pregunta del profesor y la gráfica que el estudiante construyó para verificar desde la representación gráfica que las curvas son ortogonales (conclusión). Este argumento es de tipo inductivo, porque desde el análisis de casos particulares decanta la invariante sobre la medida de los ángulos entre las familias de rectas, y con esto reconoce que las curvas son ortogonales.

En la estructura del argumento, la participación de los estudiantes y del profesor se reconoce desde las convenciones que indica quién hizo la contribución. Las intervenciones del profesor se presentan con rectángulos de líneas gruesas; la participación de los estudiantes se representó con líneas segmentadas; y, cuando participaron ambos, usamos rectángulos con líneas dobles.

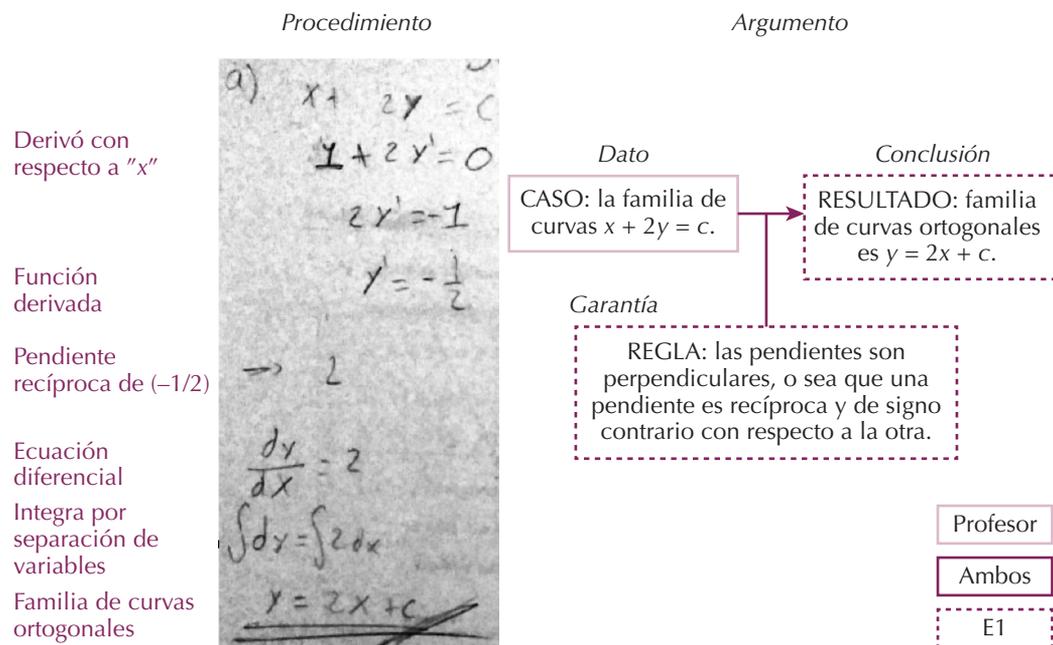
Resultados

Como parte de los resultados de la investigación, se presentan los argumentos y los respectivos razonamientos empleados por los estudiantes en la solución de problemas sobre familias de curvas ortogonales. Se presentan también casos relativos a los razonamientos de los estudiantes en la solución de la tarea matemática (T).

Argumentos de tipo deductivo

En la solución del inciso a) de la tarea matemática se identificó que los estudiantes construyeron argumentos de tipo deductivo (ver figura 7). Como hecho representativo, el estudiante E1 partió del caso, es decir, de la familia de curvas proporcionada en el ítem a) de la tarea matemática, para inferir la función derivada con base en la definición y la regla de derivación de potencias (procedimiento algebraico-analítico). También recurrió a la relación de ortogonalidad que implica que el producto de las pen-

Figura 7. Procedimiento y argumento de tipo deductivo, inciso a).

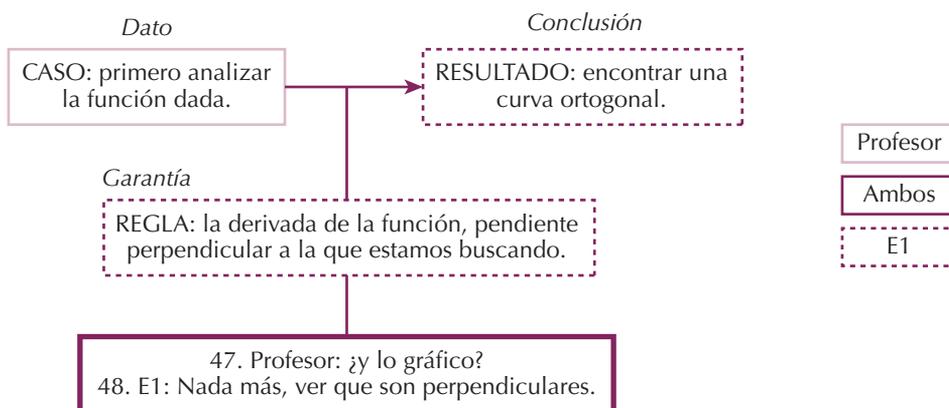


Fuente: Elaboración propia de los autores.

dientes de las rectas sea igual a menos uno y con esto construye la ecuación diferencial cuya solución es la familia de curvas ortogonales a la inicial (para este caso, una familia de rectas).

El razonamiento inmerso en este tipo de argumento se refleja en el procedimiento para resolver el problema sobre la familia de curvas ortogonales. De manera implícita, el estudiante construye conclusiones como consecuencias lógicas de supuestos o premisas previamente establecidas, como es el caso de las fórmulas de derivación, integración, relación de rectas paralelas y perpendiculares, entre otras. Tanto en el procedimiento como en el argumento presentado por el estudiante, se observa un orden en los pasos que conducen a nuevas conclusiones.

En un segundo momento de la solución de la tarea, el profesor les pidió a los estudiantes una lista de pasos para determinar la familia de curvas ortogonales a una dada, en éstos se refleja igualmente el razonamiento deductivo (figura 8). Los pasos mencionados por los estudiantes son: 1) análisis de la familia de curvas dadas, encontrar la ecuación de la recta tangente a la curva (cálculo de la derivada) e identificar la pendiente de la recta y el valor recíproco para, finalmente, resolver la ecuación diferencial con base en la integración y algunas operaciones algebraicas que permiten identificar la familia de curvas ortogonales.

Figura 8. Ejemplo de un argumento de tipo deductivo, inciso b).

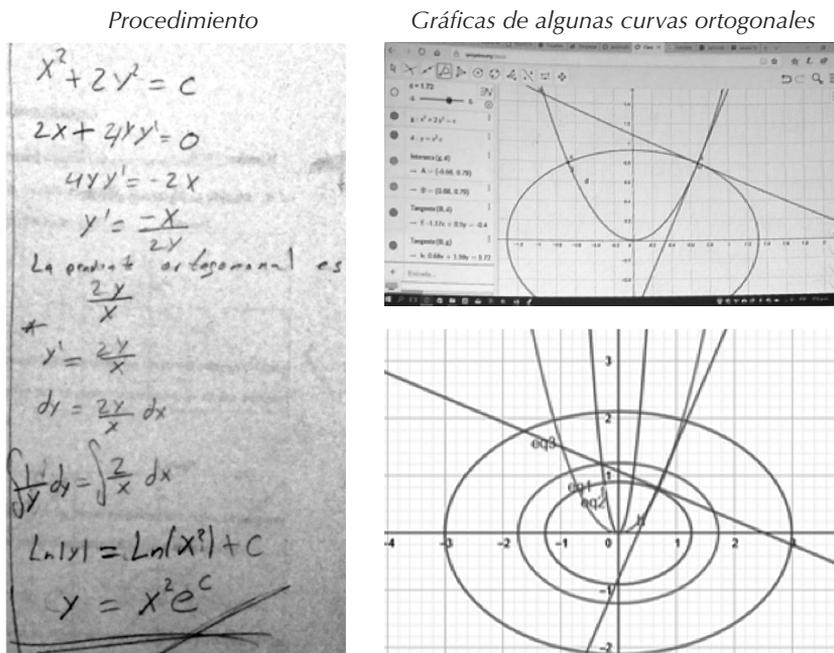
Fuente: Elaboración propia de los autores.

Como parte de la lista de pasos propuestos por los estudiantes, el alumno E1 analizó el tipo de función que representa la familia de curvas, reconoció si era una función lineal y/o cuadrática, para determinar la ecuación de la recta tangente a la curva mediante la derivada de la función dada. El siguiente paso consistió en construir la ecuación diferencial que representara la familia de rectas con pendiente recíproca, que al integrarla le garantizara desde lo analítico encontrar la familia de curvas ortogonales a la dada (ver figura 9). En soporte de la garantía del argumento del estudiante E1, se identificó que el conjunto de representaciones gráficas de las funciones (ver figura 9) refiere al enfoque gráfico y a la evidencia adicional que cumplen la función de respaldo (*backing*, en inglés), esto es, un medio por el cual los estudiantes verifican que la familia de curvas encontrada es ortogonal a la inicial.

Argumentos de tipo abductivo

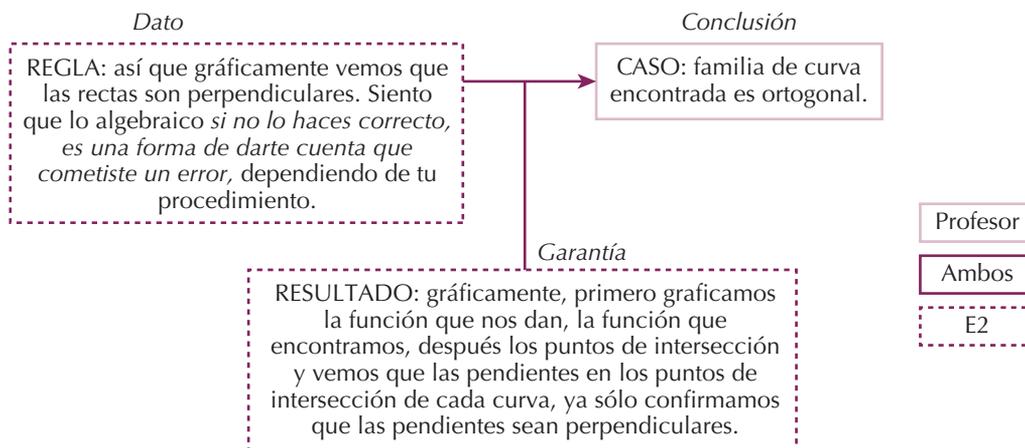
Este tipo de argumento se identificó en las respuestas de los estudiantes ante las cuestiones I, II y III de la tarea matemática. Además, se reconocen las dos formas de un argumento abductivo (tipo A y tipo B). El argumento abductivo de tipo A se identificó a partir de una regla o regularidad entre los objetos matemáticos en estudio para determinar un caso particular. Un ejemplo de este tipo de argumento es el que construyó E2 (figura 10), quien consideró la regularidad: “si no lo haces correcto, es una forma de darte cuenta que cometiste un error”, como punto de partida para concluir que las familias de curvas encontradas efectivamente son ortogonales. La garantía de este argumento refiere a

Figura 9. Procedimiento de E1 y gráfica de algunas curvas ortogonales a una familia de curvas dadas, inciso b).



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Figura 10. Ejemplo de un argumento abductivo tipo A.



Fuente: autores.

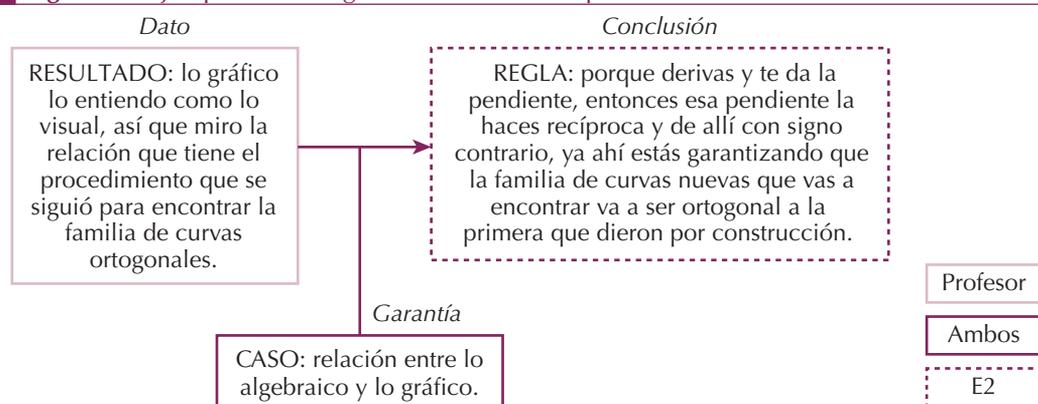
resultados obtenidos del análisis de las características invariantes de las gráficas, que a la vez sirven como verificador del procedimiento algebraico que se llevó a cabo.

En el argumento abductivo tipo B (figura 11), los estudiantes parten de sus resultados para examinar el caso, es decir, ¿qué garantiza que la familia de curvas encontradas sea la familia ortogonal? El estudiante E2 toma como base lo gráfico, equivalente al conjunto de algunas gráficas de las funciones encontradas y compara las respectivas rectas tangentes para verificar que la familia de curvas hallada es ortogonal a la inicial.

Discusión y conclusiones

Con base en el análisis de la reconstrucción de la argumentación, se identificó una secuencia de pasos para encontrar la familia de curvas ortogonales a una inicial. Los estudiantes derivaron con respecto a “ x ” la ecuación inicial de la familia de curvas dada para hallar la pendiente de la recta y su respectivo recíproco. Con lo anterior, plantearon la ecuación diferencial que representa la familia de curvas ortogonales a la familia de curvas dadas. El razonamiento empleado por los tres estudiantes en la resolución de la tarea matemática se basa en la construcción de una conclusión (familia de curvas ortogonales a la inicial) desde un conjunto de pasos lógicos (procedimientos matemáticos: cálculo de la derivada, determinar la pendiente de la recta perpendicular a la dada, integrar con respecto a “ x ” y operar algebraicamente para encontrar la familia de curvas ortogonales). Es decir, el argumento que usaron los estudiantes para encontrar una familia de curvas ortogonales a una familia dada es el argumento deductivo. En este tipo de argumentos los estudiantes relacionan lo gráfico con lo algebraico, en razón de que después de los procedimientos algebraicos recurrieron a representar gráficamente la familia de curvas para validar si lo analítico se correspondía con la gráfica.

Figura 11. Ejemplo de un argumento abductivo tipo B.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Cuando a los estudiantes se les pide relacionar lo algebraico del cálculo de la familia de curvas ortogonales con lo gráfico, recurren al razonamiento abductivo de tipo A y de tipo B (Conner et al., 2014). En el razonamiento de tipo A, los estudiantes parten de la regla: si visualmente las rectas son perpendiculares, entonces la familia de curvas encontrada es ortogonal a la primera. En relación con el razonamiento abductivo de tipo B, los estudiantes parten de las gráficas de las familias de curvas y sus rectas tangentes para relacionarlas con la regla matemática. Esto implicó que los estudiantes garantizaran que la familia de curvas es ortogonal mediante la derivada de la ecuación de la familia de curvas inicial, la cual se hace recíproca, para luego determinar la ecuación de la familia de curvas ortogonales verificada desde su representación gráfica.

El estudio de los argumentos que construyen los estudiantes en la resolución de las EDO permitió identificar argumentos de dos tipos: deductivo y abductivo. En apartados anteriores se infiere que, tanto el razonamiento deductivo como el abductivo relacionan los enfoques desconectados que indica la literatura. En particular, los argumentos abductivos se reconocen como un medio que permite evidenciar cómo lo visual (gráficas de las familias de curvas) involucra lo algebraico. Esto puede entenderse desde Nápoles et al. (2002). Lo geométrico implica una resolución cualitativa del problema, y lo algebraico determina la parte analítica. En efecto, la abducción cumple la función de puente entre las facetas algebraica-numérica y gráfica, donde el estudiante, por medio de su trabajo, atribuye significado a las gráficas de la familia de curvas; y también a la solución de problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO), como son los problemas de cálculo de curvas ortogonales.

Los resultados de la presente investigación no sólo permiten dilucidar los argumentos de los estudiantes construidos en el contexto de la solución de EDO, sino que evidencian los enfoques y razonamientos empleados por los estudiantes. Además, el tipo de tarea que se propuso permitió que los estudiantes conectaran los enfoques haciendo de éstos una concatenación evidenciada en el argumento abductivo. En efecto, los resultados empíricos reportados no reflejan una solución única a la problemática planteada, sino que proporcionan un camino para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las EDO, con base en tareas matemáticas que promuevan la conexión de los enfoques.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias bibliográficas

- Cervantes-Barraza, J. A., Cabañas-Sánchez, G. C., y Ordoñez-Cuastumal, S. (2017). El poder persuasivo de la refutación en argumentaciones colectivas. *Bolema, Rio Claro (SP)*, 31(59), 861-879.
- Cervantes-Barraza, J. A., y Cabañas-Sánchez, G. (2018). Argumentos formales y visuales en argumentaciones colectivas. *Educación Matemática*, 30(1), 148-168.
- Conner, A., Singletary, S. L., Smith, R. C., Wagner, P., y Francisco, R. (2014). Identifying Kinds of Reasoning in Collective Argumentation. *Mathematical Thinking and Learning*, 16(3), 181-200.
- Contreras, L. A. J., y Escobar, R. F. C. (2012). Propuesta de actividades para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales, con variables separables mediante el apoyo de *software* libre “geogebra”. *Ecomatemático*, 3(1), 28-29.
- Dullius, M. M., Araujo, I. S., y Veit, E. A. (2011). Teaching and Learning of Differential Equations with Graphical, Numerical and Analytical Approach: an experience in Engineering courses. *Bolema-mathematics education bulletin-boletim de educação matemática*, 24(38), 17-42.
- Duval, R. (1991). Estructure de raisonnement deductif et apprentissage de la démonstration. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 233-261.
- Duval, R. (2000). Ecriture, raisonnement et découverte de la démonstration en mathématiques. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 20(2), 135-170.
- Knipping, C. A. (2008). Method for revealing structures of argumentations in classroom proving processes. *ZDM Mathematics Education*, 40(3), 427-441.
- Knipping, C., y Reid, D. (2015). Reconstructing argumentation structures: A Perspective on proving Processes in Secondary Mathematics Classroom Interactions. En A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping y N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education: Examples of methodology and methods* (pp. 75-101). Dordrecht, NL: Springer. Doi: 10. 1007/978-94-017-9181-6. 2015.
- Krummheuer, G. (1995). The ethnology of argumentation. En: P. Cobb y H. Bauersfeld (Eds.). *The Emergence of Mathematical Meaning: Interaction in Classroom Cultures*. pp. 229-269, Hillsdale, MI: Erlbaum.
- Krummheuer, G. (2013). The relationship between diagrammatic argumentation and narrative argumentation in the context of the development of mathematical thinking in the early years. *Educational Studies in Mathematics*, 84(2), 249-265.
- Lavy, I. A. (2006). Case Study of Different Types of Arguments Emerging from Explorations in an Interactive Computerized Environment. *Journal of Mathematical Behavior*, 25(2), 153-169.
- Lin, P. J. (2018). The Development of Students' Mathematical Argumentation in a Primary Classroom. *Educação e Realidade, Porto Alegre*, 43(3), 1171-1192. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-623676887>
- Molina, M., Castro, E., Molina, J., y Castro, E. (2012). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de la ciencia*, 29(1), 75-88.
- Molina, O., Font, V., y Pino-Fan, L. (2019). Estructura y dinámica de argumentos analógicos, abductivos y deductivos: un curso de geometría del espacio como contexto de reflexión. *Enseñanza de las ciencias*, 37(1), 93-116.
- Moshman, D. (2004). From inference to reasoning: The construction of rationality. *Thinking & Reasoning*, 10(2), 221-239.
- Nápoles Valdés, J. E., González Thomas, A., Brundo, J. M., Genes, F., y Basabilbaso, F. (2004). El enfoque histórico-problémico en la enseñanza de la matemática para

- ciencias técnicas: el caso de las ecuaciones diferenciales ordinarias. *Acta Scientiae*, 6, 41-59.
- Peirce, C. S. (1956). Sixth paper: Deduction, induction, and hypothesis. En M. R. Cohen (Ed.), *Chance, Love, and Logic: Philosophical Essays* (pp. 131-153). Nueva York, NY: G. Braziller (Original publicado en 1878).
- Rasmussen, C. L. (2001). New directions in differential equations a framework for interpreting students' understandings and difficulties. *Journal of Mathematical Behavior*, 20, 55-87.
- Rodríguez, G. R., y Quiroz, S. (2016). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *RELIME. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 19(1), 99-124.
- Rojas-Drummond, S., y Peon, M. (2004). Exploratory Talk, Argumentation and Reasoning in Mexican Primary School Children. *Language and Education*, 18(6), 539-557, doi: 10.1080/09500780408666900
- Schnell, S. (2014). Types of arguments when dealing with chance experiments. En C. Nicole, S., Oesterle, P., Lijedahl, D. Allan (Eds.), *Proceedings of the Joint Meeting of PME 38 and PME-NA 36*, vol. 5, pp. 113-120. Vancouver, Canadá.
- Singletary, L. M., y Conner, A. M. (2015). Focusing on Mathematical Arguments. *Mathematics teacher*, 109(2), 143-147.
- Solar-Bezmalinovic, H. (2018). Implicaciones de la argumentación en el aula de matemáticas. *Revista Colombiana de Educación*, 74, 155-176.
- Steffe, L. P., y Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. En R. Lesh y A. E. Kelly (Eds.), *Research design in mathematics and science education* (pp. 267-307). Hillsdale, MI: Erlbaum,
- Stephan, M., y Rasmussen, C. (2002). Classroom mathematical practices in differential equations. *Journal of Mathematical Behavior*, 21, 459-490.
- Suarez, C., Jaimes, L., y Chávez, F. (2016). Modelos de aplicación de ecuaciones diferenciales de primer orden con geogebra: actividades para resolver problemas de mezclas. *Mundo Fesc*, 11, 7-15.
- Toulmin, S., Rieke, R., y Janik, A. (1984). *An Introduction to Reasoning*. Nueva York, NY: Macmillan.
- Toulmin, S. (1958/2003). *The uses of argument*. Nueva York, NY: Cambridge University Press.
- Valdés, J. E. N., Thomas, A. G., Genes, F., Basabilbaso, F., y Brundo, J. (2012). El enfoque histórico-problémico en la enseñanza de la matemática para ciencias técnicas: el caso de las ecuaciones diferenciales ordinarias. The Historical-problematic Approach in the Teaching of Mathematics for Technical Sciences: the Case of Ordinary. *ACTA SCIENTIAE*, 6(2), 41-60.
- Van Ness, C., y Maher, C. (2018). Analysis of the argumentation of nine-year-olds engaged in discourse about comparing fraction models. *The Journal of Mathematical Behavior*, 5(3), 1-29.
- Zacharos, K., Pournantzi, V., Moutsios-Rentzos, A., y Shiakalli, M. (2016). Forms of argument used by pre-school children. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 3(2), 167-178.
- Zill, D. G. (1997). *Ecuaciones diferenciales* (6ta ed.). Ciudad de México, MX: Thomson.
- Zbiek, R. M., y Conner, A. (2006). Beyond motivation: Exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 63(1), 89-112.

Autoeficacia percibida en situaciones académicas: una alternativa de innovación educativa

Annia Esther Vizcaino Escobar
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba
Anniara Ramos Avilés
Universidad Iberoamericana de Ciudad México

Resumen

La investigación propone un programa de orientación para contribuir al desarrollo de la autoeficacia percibida en situaciones académicas de estudiantes de la carrera Pedagogía-Psicología de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. El programa se adapta a las necesidades y posibilidades de los estudiantes, y constituye una alternativa de innovación educativa para la educación superior. Se empleó una metodología cualitativa, se utilizó la entrevista, la observación y el estudio de casos como método. La evaluación de necesidades en la etapa diagnóstica reveló potencialidades y carencias de las fuentes de información de la autoeficacia, específicamente los logros de ejecución y la experiencia vicaria. El programa se implementó a partir de tres modalidades de la orientación educativa: charla educativa, talleres de orientación grupal, consultas psicopedagógicas. Las técnicas planificadas permitieron la transformación consciente de la percepción de sí mismo para afrontar situaciones académicas. Se evalúa positivamente con base en su efectividad.

Perceived self-efficacy in academic situations: an alternative to educational innovation

Abstract

The research proposes an orientation program to contribute to the development of perceived self-efficacy in academic situations of students of the Pedagogy-Psychology career of the Central University "Marta Abreu" of Las Villas. The program adapts to the needs and possibilities of the students, constitutes an alternative of educational innovation for Higher Education. A qualitative methodology was used, interviewing, observation and case studies were used as a method. The evaluation of needs in the diagnostic stage revealed potentialities and shortcomings of the information sources of self-efficacy, specifically the achievements of execution and the vicarious experience. The program was implemented from three modes of educational guidance: educational talk, group orientation workshops, psycho-pedagogical consultations. The planned techniques allowed the conscious transformation of the perception of oneself to face academic situations. It is evaluated positively from its effectiveness.

Palabras clave

Autoeficacia percibida, estudiantes universitarios, innovación educativa, programa de orientación, situaciones académicas.

Keywords

Perceived self-efficacy, university students, educational innovation, orientation program, academic situations.

Recibido: 26/04/2019

Aceptado: 26/11/2019

Introducción

La calidad en la formación de los profesionales para el desempeño laboral constituye un aspecto medular en el sistema universitario cubano, el cual tiene como fin primordial ofrecer personal calificado, que sea capaz de responder a las necesidades de una sociedad que se encuentra en constante cambio y desarrollo. Varios son los aspectos que están relacionados con esta exigencia de calidad: la formación y experiencia de los profesores; la naturaleza de los procesos de enseñanza-aprendizaje; la actualidad y profundidad de los contenidos; el conocimiento contextualizado derivado de actividades intensas de investigación e innovación, así como el desarrollo de herramientas personalógicas, competencias cognitivas y autorreguladoras que le permitan a los egresados cumplir con los roles ocupacionales y manejar las demandas de la vida contemporánea.

El graduado de Licenciatura en Educación, especialidad Pedagogía-Psicología no constituye una excepción en este sentido, ya que una vez graduado según el Modelo del profesional (Ministerio, 2016) deberá realizar acciones de orientación, asesoraría e investigación en los diferentes tipos de instituciones de los niveles de educación Preescolar, Primaria, Especial, Secundaria Básica, Preuniversitaria, Técnica y Profesional y en los Centros de Diagnóstico y Orientación, así como en los Institutos Pre-Vocacionales de Ciencias Pedagógicas y Universidades en las que, además de orientar y asesorar, dirige el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA).

Su labor también estará dirigida a la atención especializada a las modalidades educativas no institucionales, como la familia y la comunidad; a la promoción y gestión del conocimiento de las ciencias pedagógicas y de la educación en centros de investigación educativa y en otras instituciones sociales donde se concreta su campo de acción.

Con el objetivo de preparar exitosamente a este profesional, en el diseño curricular de la carrera se concibe la Disciplina Principal Integradora, la que orienta el trabajo metodológico de todas las asignaturas y va conduciendo la formación del currículo desde lo académico, lo laboral y lo investigativo. Unido a esto se elabora una estrategia educativa que se materializa en un sistema de acciones conscientes, para que los colectivos pedagógicos de cada año académico dirijan el PEA de manera óptima y se alcancen los objetivos propuestos en el modelo del profesional. Esta estrategia permite satisfacer las necesidades y potencialidades personales de los estudiantes y de los diferentes contextos en que se desarrolla su formación (universidad, institución educativa, comunidad).

En observaciones realizadas por las investigadoras durante la actividad profesional como docentes de la educación superior y a partir del análisis de los resultados de las encuestas de satisfacción estudiantil, los informes de evaluación del semestre, las

reuniones con los estudiantes, directivos de la facultad y el departamento al cual pertenece la carrera Pedagogía-Psicología, se ha evidenciado la preocupación del colectivo de carrera por el segundo año académico, en el cual se observan diferencias significativas en cuanto a los resultados docentes con respecto al resto de los años.

Se han identificado en estos estudiantes sentimientos de duda e ineptitud con respecto al desempeño exitoso en las actividades académicas, sobre todo en aquellas que poseen un alto nivel de complejidad. Las actividades docentes evaluativas son percibidas como amenazas y no como situaciones de aprendizaje o de crecimiento personal/profesional, y se constata la presencia de ideas y percepciones de ineficacia con respecto a los objetivos de las evaluaciones, en particular, y de la formación profesional, en general.

Todo ello ha despertado el interés del profesor guía y del profesor principal del año, en la comprensión de los factores cognitivos y comportamentales que favorecen o dificultan el desempeño de estos estudiantes en sus actividades académicas.

Se reconoce, entonces, a partir de la teoría social cognitiva desarrollada por Bandura, el papel de los fenómenos autorreferenciales, que le permiten al ser humano actuar en su ambiente y, por consecuencia, transformarlo. Las personas crean y desarrollan autopercepciones acerca de su capacidad, que se convierten en los medios por los cuales siguen sus metas y toman sus decisiones (Gutiérrez, Escartí y Pascual, 2011). “La forma en que la gente actúa es en parte producto de la intervención de sus creencias acerca de lo que es capaz de realizar” (Ornelas, Blanco, Gastélum y Chávez, 2012, p. 18).

Se coincide con Bandura (1997) al referir que la autoeficacia percibida desempeña un papel fundamental en el funcionamiento humano, puesto que afecta el comportamiento no sólo de manera directa, sino también por su impacto en otros determinantes claves, tales como las metas y aspiraciones, expectativas de resultados, tendencias afectivas y percepción de los impedimentos y oportunidades que se presentan en el medio social (Bandura, 1997; García, García y Ramos, 2007).

La presente investigación tiene, por tanto, como objetivo proponer un programa de orientación educativa para el desarrollo de la autoeficacia percibida en situaciones académicas, la cual se inserta en la atención a estas necesidades.

Su importancia radica en que ofrece una posibilidad para desarrollar la autoeficacia percibida en situaciones académicas, en aras de incrementar las oportunidades de los estudiantes de segundo año de la Licenciatura en Educación, especialidad Pedagogía-Psicología, para obtener mejores desempeños. El programa fue concebido para su implementación por los principales actores del proceso educativo de esta carrera y como una alternativa de innovación en el contexto de la universidad cubana.

Referentes teóricos

La autoeficacia, según Bandura (1997), incluye los juicios de cada individuo sobre sus capacidades, con base en los cuales organizará y ejecutará sus actos de modo que le permitan alcanzar el rendimiento deseado. En el ámbito académico, Bandura (1995) se refiere a las creencias de autoeficacia como aquellas que los estudiantes tienen respecto a su eficacia para regular su propio aprendizaje y dominar los diversos temas académicos que operan sobre su rendimiento. Estas creencias representan un mecanismo cognitivo que media entre el conocimiento y la acción y que determina, junto con otras variables, el éxito de las propias acciones (Prieto, 2007).

Las investigaciones sobre autoeficacia han develado su importancia para la motivación académica. Se ha encontrado que los estudiantes con un elevado nivel de eficacia persisten más ante las dificultades propias de la tarea escolar, trabajan con más intensidad y participan más que los que dudan de sus capacidades (Bandura, 1995), lo cual constituye un factor importante en su desempeño académico (Galleguillos Herrera y Olmedo Moreno, 2017).

También se ha resaltado la influencia positiva que tiene sobre el bienestar personal, así como la influencia negativa sobre la ansiedad (Contrera et al., 2005). Otros estudios se han enfocado en la capacidad predictiva de la autoeficacia sobre el autoconcepto (García et al., 2016), su relación con las estrategias de aprendizaje (García et al., 2016) y el rendimiento académico (Caprara et al., 2011).

De igual manera, se han establecido vínculos con la autorregulación (Lee, Lee y Bong, 2014), la orientación hacia metas académicas (Ferla, Valcke y Schuyten, 2010), las atribuciones causales (Salanova, Martínez y Llorens, 2012), la autoestima (Wang, Fu y Rice, 2012) y con algunos rasgos de la personalidad, como la apertura y la conciencia (Shams, Mooghali, Tabebordbar y Sleimanpour, 2011). Del mismo modo, Lent, Taveira, Sheu y Singley (2009) encontraron que sujetos con elevados niveles de autoeficacia académica suelen presentar una mayor afectividad positiva y satisfacción académica.

Autores como García et al. (2015) demostraron la capacidad predictiva de la autoeficacia percibida sobre la ansiedad escolar. Por su parte García et al., (2016) encontraron que la autoeficacia predice las altas autoatribuciones académicas.

Espinoza y Barra (2018) descubrieron relaciones entre la autoeficacia y el apoyo social percibido con el bienestar psicológico y sus dimensiones en universitarios asmáticos. Estudios, como el de Aguirre et al. (2015), se enfocan desde la perspectiva de género y sugieren que al diseñar cualquier tipo de intervención que tenga como objetivo la mejora de la autoeficacia percibida habrá que tomarla en cuenta.

Como ha sido evidenciado, la autoeficacia percibida en situaciones académicas es considerada por las investigaciones empíricas como una de las más predictivas (Bandura, 1982; Schmidt, Messoulam y Molina, 2008), tanto porque a partir de ella se logra predecir el éxito académico posterior (Bandura, 1997; Pajares y Schunk, 2001), como porque es un importante mediador cognitivo de competencia y rendimiento (Flores y Gómez, 2010) en cuanto favorece los procesos cognitivos involucrados (Pintrich y De Groot, 1990).

Como señala Bandura (1987): “si las personas no están totalmente convencidas de su eficacia personal tienden a abandonar rápidamente las competencias que les han sido enseñadas, en cuanto dejan de obtener resultados rápidos o experimentan algún revés” (Bandura, 1987, p. 102).

Coincidimos con Chacón (2006) cuando plantea:

El control y la competencia personal que los individuos poseen como agentes creadores de su propio entorno no sólo les permite responder a su ambiente, sino que los capacita para transformarlo mediante su actuación o desempeño proporcionando a la persona un mecanismo de referencia a partir del cual se percibe y evalúa el comportamiento humano. De ello se desprende que si el sujeto se juzga capaz y confía en sus habilidades de ejecución de una tarea específica, esta autopercepción contribuirá al éxito de su desempeño; por lo tanto, podría decirse que el éxito esperado en el logro de una meta se relaciona de manera directa con las expectativas de resultado que el sujeto anticipa (p. 45).

Teniendo en cuenta estos supuestos, alcanzar el éxito académico en la enseñanza universitaria requiere de un desarrollo elevado de la autoeficacia, sobre todo para lograr la formación de una personalidad sana e integral. Las transformaciones educativas que se realizan en la escuela cubana actual requieren de especialistas en Pedagogía-Psicología que se perciban de manera eficaz, que tengan sentimientos de control ante los acontecimientos, que tomen en cuenta la posibilidad de cambiar, reestructurar y perfeccionar la realidad educativa frente a las demandas de hoy.

La posibilidad de que las creencias de autoeficacia puedan ser desarrolladas en el contexto educativo y que con ello se pueda incrementar la oportunidad de las personas para obtener mejores desempeños constituye un camino que debe ser investigado.

Mejorar la percepción que de los aprendices tienen sobre su eficacia en este ámbito es un objetivo educativo valioso, tomando en cuenta que la continua conciencia de fracaso reduce las expectativas de éxito y no favorece en ningún modo el aprendizaje ni el desarrollo personal y bajo el supuesto implícito de que su potenciación servirá como vehículo para la mejora de otros resultados.

La presente investigación pretende promover un cambio en la percepción que los estudiantes de segundo año de Pedagogía-Psicología tienen de su eficacia personal, precisamente por medio del análisis que realizan de sus vivencias. Estos cambios serán instituidos con vistas a proporcionarle al alumno un apoyo desde la orientación educativa y el proyecto educativo del año, en aras de mejorar sus actitudes y comportamientos hacia sus actividades académicas.

Metodología

Los aspectos metodológicos del estudio se sustentan en la investigación cualitativa, que al decir de Sandín (2003), es concebida como “una actividad sistemática orientada a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de prácticas y escenarios socioeducativos, a la toma de decisiones y también hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimiento” (p. 123). Desde esta perspectiva, la realidad estudiada se entendió de manera holística, se observó el contexto en su forma natural, atendiendo a sus diferentes ángulos y dimensiones, lo que exigió la utilización de diversas técnicas interactivas, flexibles y abiertas.

El reto que nos planteamos no sólo responde a la obtención del resultado científico ni a ofrecer solución a una necesidad del contexto educativo, sino que implicó nuestra participación como principales instrumentos de medida y comprender también a los alumnos en su marco de referencia. Para evitar los posibles sesgos de los resultados por la mediación de la subjetividad de las investigadoras, se empleó la triangulación como estrategia fundamental para la recopilación y el análisis de la información. Se obtuvieron datos sobre la realidad desde distintas perspectivas: la del investigador y la de los participantes, se consultaron diferentes fuentes de información: informantes claves, instrumentos, documentos.

Objetivos de la investigación

- ▶ Caracterizar las fuentes de información que determinan la autoeficacia percibida en situaciones académicas de estudiantes de segundo año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Pedagogía-Psicología.
- ▶ Implementar un programa de orientación educativa que propicie una transformación en la percepción de los logros de ejecución y la experiencia vicaria como fuentes de información de la autoeficacia percibida en situaciones académicas de estos estudiantes.

- ▶ Evaluar el programa de orientación educativa implementado a partir del criterio de satisfacción en el cumplimiento de los objetivos de alumnos y profesores.

Para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación, se partió de la concepción metodológica de la investigación acción, dado que es una forma de indagación autorreflexiva realizada por los participantes (profesores, estudiantes y directores, por ejemplo), en las situaciones sociales (incluyendo las educativas) para mejorar la racionalidad y la justicia de sus propias prácticas sociales o educativas; su comprensión sobre las mismas; y las situaciones e instituciones en que estas prácticas se realizan (aulas o escuelas, por ejemplo) (Bisquerra, 2009).

Seguimos el modelo de Kemmis (1988, citado por Bisquerra, 2009) y desarrollamos el proceso en cuatro fases o momentos interrelacionados: planificación, acción, observación y reflexión. “Cada uno de los momentos implica una mirada retrospectiva y una intención prospectiva que forman conjuntamente una espiral autorreflexiva de conocimiento y acción” (Bisquerra, 2009, p. 380).

Participantes

La selección de los participantes se realizó de manera intencionada. De un grupo de 17 estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Pedagogía-Psicología, se seleccionaron cinco, atendiendo a los siguientes criterios: disposición a participar en la investigación; sienten la necesidad de superar sus limitaciones y de participar en el programa de orientación; manifiestan sentimientos de ineptitud e inseguridad ante las tareas académicas; cumplen con los deberes escolares, pero se sienten incapaces de tener un desempeño exitoso en clases.

Además de estos criterios, la muestra seleccionada se diferencia del resto del grupo por obtener calificaciones de entre 4 y 3 puntos, de los 5 que pueden alcanzar en la educación superior cubana.

Técnica e instrumentos para la recolección y el análisis de datos

Las estrategias para obtener los datos se fueron construyendo teniendo en cuenta el proceso investigativo que se fue desarrollando, las características de los participantes en el estudio y la madurez alcanzada por las investigadoras en el tema de estudio.

Se emplearon los siguientes métodos:

- ▶ *Análisis de documentos*: incluye el Modelo del Profesional de la carrera Licenciatura en Educación especialidad Pedagogía-

Psicología, la estrategia educativa del segundo año de la carrera, documentos normativos que regulan la implementación del currículo e informes de análisis semestral, los cuales permitieron obtener una caracterización detallada de las necesidades de los estudiantes del grupo.

- ▶ *Observación*: actividades docentes, reuniones del colectivo de año y el grupo de discusión, a fin de lograr un enriquecimiento del diagnóstico y retroalimentar el programa de orientación propuesto. Se tomaron decisiones sobre cuestiones de tipo metodológico, apreciaciones personales, relaciones con el marco teórico y notas descriptivas/inferenciales a partir de las *notas de campo*.
- ▶ *Notas de campo*: se tomaron las verbalizaciones que, por saturación y frecuencia de aparición, permitieron inferir el cumplimiento de los objetivos de la investigación.
- ▶ *Entrevista*: se realizó la entrevista semiestructurada a los profesores que integraban el colectivo pedagógico, con el objetivo de conocer su percepción sobre el desempeño del grupo, su preparación para las tareas y exigencias académicas, así como el rendimiento de los estudiantes. Con los alumnos se aplicó la entrevista en profundidad para ahondar en las particularidades de la autoeficacia percibida en situaciones académicas desde la percepción de sí mismo. Se empleó la entrevista final con el fin de contrastar información, concluir aspectos de la investigación y evaluar la satisfacción de estudiantes y profesores con el programa.
- ▶ *Escala de Autoeficacia Percibida en Situaciones Académicas* de Palenzuela (1983): explorar la percepción de sí mismo para afrontar situaciones académicas.
- ▶ *Grupo de discusión*: se indagó sobre la percepción que tienen los estudiantes de sí mismos y de los logros alcanzados, las expectativas y metas para el presente curso, así como las redes de apoyo con las que cuentan para realizar con éxito las actividades docentes. Permitted corroborar y triangular la información obtenida en las entrevistas y el cuestionario.

Proceso de la investigación

A partir del carácter cualitativo y descriptivo de la investigación acción, en el cuadro 1 se muestran las acciones desarrolladas en cada fase del estudio, así como las técnicas e instrumentos empleados. El estudio empírico se llevó a cabo en el horario académico, después de obtener el consentimiento de las autoridades de la institución respecto a los objetivos del estudio. El programa sobre orientación educativa se implementó en el marco de las actividades docentes de las asignaturas de la especialidad y por los especialistas del gabinete de orientación educativa.

Cuadro 1. Acciones, métodos e instrumentos, según las fases de la investigación.

Fase	Acciones	Métodos e instrumentos
Planificación	Revisión sistemática de la literatura científica relacionada con el tema de la autoeficacia percibida en situaciones académicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis documental • Entrevistas • Observaciones
	Selección intencional del grupo de estudiantes.	
	Selección de los informantes claves.	
	Construcción del diseño de investigación.	
Acción	Diagnóstico y caracterización de las fuentes de información que determinan la autoeficacia (Evaluación de necesidades).	<ul style="list-style-type: none"> • Escala de Autoeficacia Percibida en Situaciones Académicas. • Entrevistas en profundidad, observación participante, grupo de discusión, análisis documental, técnicas grupales, instrumentos de influencia: apoyo, sugestión, persuasión y guía directa. • Instrumentos para dar información: replanteo o clarificación, resumen, esclarecimiento y confirmación. • Instrumentos de elaboración: interpretación, modelaje. • Cuestionario a expertos. • Modalidades de orientación empleadas: charlas educativas, talleres de orientación grupal y consulta psicopedagógica, notas de campo.
	Diseño del programa: se determinó el tipo de programa, la estrategia de diseño, la metodología a utilizar, los resultados esperados, las condiciones para la aplicación del programa y los recursos disponibles.	
	Fase de aplicación del programa: se implementaron las acciones planificadas, se establecieron los dispositivos de control, la estrategia de apoyo a gestores y destinatarios antes y durante la aplicación. Se realizó el seguimiento de los destinatarios después de finalizado el programa.	
Observación	Fase de evaluación del programa: se determinó el tipo de evaluación deseable, el modelo de evaluación a utilizar, se organizó la recopilación de los datos y se valoraron los resultados.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista de seguimiento • Observación participante
Reflexión	Se debatió sobre los cambios y vivencias experimentados durante la intervención. Se obtuvieron testimonios, se promovió la reflexión entre alumnos y profesores sobre las modificaciones a la práctica educativa. Se evaluó la eficacia del programa de orientación implementado.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista a informantes claves • Entrevista final • Observación • Taller de presentación de experiencias.

Fuente: elaboración propia.

Resultados

Descripción de los resultados por fases de la investigación

Fase evaluación de necesidades

Véase el cuadro 2.

Cuadro 2. Fuentes de información que caracterizan la autoeficacia académica de los estudiantes de la muestra.

Fuente de información - Logros de ejecución	
Método	Resultados
Escala	<ul style="list-style-type: none"> • Creen que no poseen suficiente capacidad para afrontar tareas académicas con éxito. • Creen que no poseen la rapidez y la confianza necesarias. • Consideran que, aunque estudien mucho, no obtendrán calificaciones excelentes en los exámenes. • Siente que no poseen la suficiente preparación para ser exitosos.
Entrevistas	<ul style="list-style-type: none"> • Constituye la fuente principal en el desarrollo de la autoeficacia: específicamente, el nivel de esfuerzo dedicado a la tarea. • Se constataron sentimientos negativos con un carácter estable respecto a sus capacidades, a partir de fracasos frecuentes ante las tareas académicas. • Reconocen que el esfuerzo que realizan para la tarea es superior al de otros compañeros de aula, lo cual les genera dudas constantes sobre sus conocimientos, destrezas y habilidades. • Asocian la eficacia a categorías como inteligencia, anticipación, rapidez, y expresan que la presencia de las mismas en ellos es variable; alegan que “no siempre logran el esfuerzo volitivo necesario, pues depende de la complejidad de la tarea”. • Están más centrados en los fracasos que en los logros.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Se apreciaron dificultades en la comprensión del contenido. • Las respuestas ofrecidas en clases y evaluaciones se caracterizan por una pobre elaboración personal. • Se aprecian pocas destrezas para realizar una lectura eficiente, crítico-valorativa. • Se constata que no existe una disposición motivacional hacia las actividades curriculares, tampoco una orientación cognitiva/ conductual de forma intencionada hacia el logro de los aprendizajes. • Sienten dudas a la hora de expresar sus ideas, juicios y valoraciones de manera oral. • Se constató la presencia de la necesidad de estimulación constante para cumplir con las tareas académicas. • Poseen poco conocimiento de sus potencialidades, las estrategias de aprendizaje que utilizan para la apropiación de los conocimientos no son efectivas y la motivación académica es baja.
Grupo de discusión	<ul style="list-style-type: none"> • Se corrobora la información obtenida con la escala y las entrevistas. • El análisis grupal permitió reconocer que poseen expectativas positivas con respecto al desempeño futuro, pero se manifiestan inseguros y temerosos ante las metas a corto plazo. • Las vivencias compartidas están matizadas por resultados académicos anteriores insuficientes, lo que ha influido notablemente en la percepción de sí mismos actualmente.
Análisis documental	<ul style="list-style-type: none"> • En los documentos “Estrategia Educativa del año” y “Proyecto Educativo del año”, no aparece como objetivo evaluar la percepción de los estudiantes sobre la influencia de los logros académicos obtenidos en experiencias evaluativas anteriores en las expectativas de logro ante las evaluaciones actuales y los resultados docentes que obtienen.

Cuadro 2. Fuentes de información que caracterizan la autoeficacia académica de los estudiantes de la muestra (*continuación*).

Fuente de información - Experiencia vicaria	
Método	Resultados
Entrevistas	<ul style="list-style-type: none"> • Expresiones sistemáticas sobre la necesidad de aprender por medio de la observación a otros, donde se emplee la modelación. • Se constatan valoraciones positivas con respecto al éxito de los demás compañeros como fuente de motivación para plantear metas superiores. • Expresan que resolver situaciones de aprendizaje conjuntas disminuye sentimientos de incapacidad y minusvalía.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • La solución de las tareas académicas tiene como patrón el éxito de otros compañeros.
Grupo de discusión	<ul style="list-style-type: none"> • Proponen el desarrollo de actividades académicas en equipo para propiciar el aprendizaje a través de otros.
Análisis documental	<ul style="list-style-type: none"> • El diseño de las actividades docentes casi nunca considera el empleo de métodos de trabajo en equipo o aprendizaje cooperativo para potenciar el aprendizaje a través de los otros.

Fuente: elaboración propia.

Los principales resultados de la fase de evaluación de necesidades se concretan de la siguiente manera: los estudiantes de la investigación poseen sentimientos de ineficacia ante tareas académicas; tienen poco conocimiento de sí; la motivación para el estudio es baja; expresan poca confianza en sí mismos; las actividades complejas son percibidas como amenazas; manifiestan sentimientos de ineptitud y se perciben a sí mismos como deficientes a la hora de expresar sus ideas y conocimientos; existen deficiencias en el desarrollo de las habilidades comunicativas; su atención está dirigida más a los fracasos que a los logros obtenidos; les resulta complejo elaborar situaciones, identificarlas, así como hacer reflexiones teóricas; enfrentarse a este tipo de actividades genera en ellos dudas, temores y ansiedad, lo que trae como consecuencia que cometan errores; expresan que éstos se minimizan cuando lo hacen de manera conjunta con otros compañeros.

Fase de diseño del programa

El programa, como resultado científico, se constituye como un conjunto de acciones y/o actividades planificadas, sistemáticas, dirigidas a cumplir con un objetivo, e instrumentadas organizadamente en un contexto determinado (Valle, Pla, Salmerón y Machado, 2011).

El programa de orientación se concibe como un sistema que fundamenta, sistematiza y ordena la intervención psicopedagógica comprensiva orientada a priorizar y a satisfacer las necesidades de desarrollo detectadas en los distintos destinatarios de la intervención. Para el presente estudio, el programa se integró

a las experiencias cotidianas de aprendizaje, y se evaluaron los efectos de la intervención ejecutada de manera sistemática (Álvarez y Hernández, 1998).

El programa surge de la necesidad de desarrollar la autoeficacia percibida de los estudiantes que cursan el segundo año de la carrera Pedagogía-Psicología de la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas mediante la Orientación Educativa. Se concibe como un sistema de acciones de aprendizaje individual y grupal para conducir al sujeto a procesos de análisis, reflexión, sensibilización y asunción responsable de su comportamiento mediante técnicas y procedimientos que contribuyan a movilizar, fortalecer o modificar los recursos personales indispensables para generar una adecuada percepción de sí mismo.

Objetivo. El programa tiene como objetivo desarrollar los logros de ejecución y la experiencia vicaria en estudiantes de segundo año de la carrera Pedagogía-Psicología.

El programa se apoya en la capacidad de aprendizaje del ser humano unido a criterios de la orientación psicológica y la teoría de los grupos. Durante el mismo, el estudiante mantiene una posición activa en su propio aprendizaje, ya que se le incluye en las decisiones sobre el contenido de aprendizaje, en la organización de la experiencia, participa en la realización de las acciones y en la reflexión sobre todas las actividades educativas. Estimula la conciencia crítica, la percepción de las posibilidades de transformación de las fuentes de la autoeficacia y las ventajas del cambio.

Está dirigido a aquellos estudiantes universitarios que presentan dificultades en su rendimiento académico como consecuencia de percepciones inadecuadas de su autoeficacia y que no se sienten capaces de enfrentar las diversas actividades académicas con el alto nivel de complejidad que demanda la educación universitaria.

Orientaciones metodológicas. Consta de 10 sesiones de trabajo que pueden aumentarse, en caso de ser necesario, según el diagnóstico realizado y las carencias de los estudiantes: un taller de orientación grupal titulado "Encuadre", en el cual el investigador le explica a los estudiantes todo lo referente al programa, para motivarlos a participar en él; dos charlas educativas, tres talleres de orientación grupal, y cuatro consultas psicopedagógicas.

Todas las sesiones poseen una secuencia lógica. Se utilizan técnicas grupales acordes con la etapa de desarrollo de los estudiantes, para mantener la motivación y lograr un adecuado desarrollo de cada tema, así como para establecer un clima positivo entre los estudiantes y, de esta manera, facilitar sus relaciones. El programa se desarrolla con apoyo del colectivo de profesores que imparten clases en el año académico.

Evaluación. El programa está diseñado para que al final de cada encuentro se realice una valoración en conjunto con los estudiantes. De este modo se facilita la retroalimentación al investigador respecto de la efectividad de cada sesión. Se realiza,

además, una evaluación a partir de los criterios emitidos por el profesor principal de año, el profesor guía y los profesores del colectivo pedagógico que imparten clases en el año, sobre los resultados docentes obtenidos y los cambios que se produjeron en cada estudiante. Por su parte, los estudiantes elaboran un registro de los cambios observados en su desempeño académico y expresan sus principales vivencias.

Fase de aplicación

El programa fue aplicado según las modalidades de orientación educativa y objetivos que se presentan en el cuadro 3.

El encuadre estuvo dirigido a motivarlos para que participaran en el programa de orientación: durante la realización de la actividad se observó que los estudiantes se mostraron atentos, dispuestos e interesados en la información que se les estaba brindando; comprendieron la importancia del mismo y manifestaron sus deseos de participar: “creo que es bueno para nosotros, será un experiencia interesante y ganaremos en conocimiento sobre nosotros mismos”; “muchas veces no me siento capaz de realizar las actividades y todo lo que pueda ayudarme a mejorar como estudiante, estoy dispuesta a realizarlo”; “este programa será bueno, porque tendremos un referente con respecto a cómo orientar a un sujeto, en la medida que aprendemos para solucionar nuestros problemas, mediante este proceso también aprenderemos desde el punto de vista práctico para desarrollarnos como psicopedagogos”.

Cuadro 3. Modalidades de la orientación educativa y objetivos del programa implementado.

Modalidad	Objetivo
Taller de orientación grupal 1 “Encuadre”.	Motivar a los estudiantes a participar en el programa.
Charla educativa “El éxito y el fracaso, influencias en la percepción de sí mismo”.	Explicar las repercusiones psicológicas del éxito y del fracaso en el desempeño docente, específicamente en sus creencias.
Taller de orientación grupal 2.	Debatir acerca de los logros de la ejecución y su influencia en el desempeño académico.
Consulta psicopedagógica.	Desarrollar la autoobservación mediante la orientación individual para generar percepciones adecuadas de autoeficacia.
Charla educativa “Mirándome a través de ti”.	Explicar la importancia de los modelos que tienen las personas para autoevaluar su comportamiento y su desempeño académico. Repercusiones en la percepción de sí mismo.
Taller de orientación grupal 3.	Valorar su desempeño, tomando como referencia la ejecución que observan en otras personas.
Consulta psicopedagógica.	Desarrollar la percepción de la autoeficacia mediante la valoración de sus potencialidades.

Fuente: elaboración propia.

Se llegó a un acuerdo sobre la frecuencia de los encuentros, la fecha y la hora, con vistas a garantizar la asistencia de todos los estudiantes, sin que afectaran su participación en otras actividades curriculares planificadas por la universidad, y podemos manifestar que se cumplió con el objetivo propuesto por el investigador. Se les invitó a participar en la charla educativa.

La charla educativa “El éxito y el fracaso, influencias en la percepción de sí mismo” tuvo como objetivo explicar las repercusiones psicológicas del éxito y del fracaso en el desempeño docente y en las creencias que forma cada persona ante determinadas tareas. Se realizó en el gabinete de Orientación Educativa y fue dirigido por las investigadoras. Durante la charla se les brindó información importante acerca de la autoeficacia percibida, una categoría que ellos no conocen a profundidad. Los estudiantes se mantuvieron motivados en todo momento, aunque no realizaron preguntas y manifestaron no tener dudas. Las reacciones fueron positivas cuando se les entregó el plegable y se comprometieron a estudiar sobre la temática y a participar en el Taller de orientación grupal 1.

El Taller de orientación grupal 1 tuvo como objetivo debatir acerca de los logros de ejecución y la influencia de éstos en el desempeño académico de cada uno de los estudiantes. Cada miembro del grupo expuso una situación de su vida y resulta significativo que le prestaran mucha atención a aquellas en las que no lograron cumplir con las metas trazadas. Las principales ideas planteadas reflejan su interpretación del éxito y del fracaso: “mis logros siempre han estado fuera de la escuela”; “una persona exitosa es aquella que logra realizar sus planes, que persevera ante las dificultades, yo siempre estoy desanimada, a veces ni reviso los materiales de clases pues al final siempre es lo mismo”; “no es que no confíe en mis capacidades, es simplemente que me va mal, no desapruébo, pero no es lo que todos quieren”.

Los estudiantes se sintieron sensibilizados con los planteamientos de sus compañeros, se apoyaron unos a otros por medio de la rememoración de experiencias positivas y de resultados satisfactorios vividos. Las técnicas utilizadas y la conducción del taller permitieron llevar a cabo un debate abierto en un ambiente cálido, en el que todos se sentían a gusto; se los exhortó a la autorreflexión, al autoanálisis de las principales capacidades y limitaciones de cada uno, permitiendo que tomaran conciencia de sus logros de ejecución y que desarrollaran conocimientos acerca de sí mismos.

La consulta psicopedagógica se realizó con vistas a desarrollar la autoobservación de los estudiantes mediante la orientación individual, para contribuir al desarrollo de percepciones adecuadas de autoeficacia. Se realizaron dos sesiones de consultas a cada estudiante para cumplir con el objetivo propuesto. En la primera sesión, luego del momento de relajación, los estudiantes

rememoraron experiencias de éxitos obtenidas en el transcurso de sus vidas.

Se hizo énfasis en aquéllas relacionadas con el contexto educativo. Algunos de sus comentarios fueron los siguientes: “cuando estaba en el Preuniversitario hubo momentos en los que me sentí importante, pues varios compañeros me consultaban cuando no habían realizado la tarea, me buscaban para repasar, recuerdo que en Biología me iba muy bien”; “me hace bien recordar, porque no había pensado en eso desde hace tiempo, son tantas las tareas que hay que hacer y estoy tan enfocada en lo que viene, que olvido lo bueno que me ha pasado”. La modelación de situaciones similares a las vividas por el sujeto, que el estudiante podría solucionar exitosamente, les generó un estado de ánimo positivo y conocimientos acerca de sí mismos. Se les propuso realizar una autoobservación y registrar las experiencias positivas ocurridas hasta la siguiente consulta. Se elaboraron, junto con el estudiante, metas a cumplir en un plazo de dos semanas: “Tener una participación activa en un seminario de la asignatura más fácil para mí”; “evaluar-me en la asignatura de Didáctica”; “salir bien, y tomar la iniciativa cuando me evalúe oralmente en la asignatura que más domino”.

La segunda consulta psicopedagógica permitió constatar que el total de la muestra cumplió con las actividades orientadas en la primera consulta y que han ido implementando en su accionar los conocimientos obtenidos en las modalidades del programa. Los cinco estudiantes lograron registrar experiencias positivas (caso 1, tres resultados satisfactorios, dos en el contexto académico y uno en el área familiar; caso 2, un resultado positivo en el contexto académico y tres en la esfera amorosa; caso 3, tres experiencias académicas positivas; casos 4 y 5, un resultado académico positivo). Además, se constató el cumplimiento de al menos una de las metas propuestas por cada uno. En esta consulta fue significativo que los estudiantes que presentaron un número superior de logros de ejecución demostraron un mayor indicio de seguridad y confianza.

Este resultado también se pudo constatar en los criterios de algunos profesores del colectivo de año (coincide que estos profesores imparten las asignaturas en las que los estudiantes se sienten más inseguros), quienes han notado en los estudiantes un ligero cambio, pues se observa que participan en clases de manera voluntaria. Aclaran que la participación es discreta, pero que constituye un avance en este sentido.

Los estudiantes manifestaron su disposición a continuar esforzándose en el cumplimiento de las metas trazadas y en centrar su atención en los logros obtenidos. Las investigadoras les propusieron observar un filme titulado *Manos milagrosas*, con vistas a concientizar a los participantes, mediante la observación de un modelo, sobre los retos que hay que vencer para alcanzar lo que se desea y prepararlos para el próximo encuentro.

La charla educativa “Mirándome a través a tí” se realizó en el gabinete de Orientación Educativa con el objetivo de explicar la importancia de los modelos que tienen las personas para auto-evaluar su comportamiento y su desempeño académico. Durante la charla se les brindó información acerca de la capacidad que tienen las personas de aprender conductas nuevas mediante la codificación simbólica de lo que se observa, ya que este aprendizaje puede convertirse en una buena guía para ejecutar acciones futuras de la autoeficacia percibida. Durante la actividad, los cinco estudiantes se mostraron atentos y motivados; sin embargo, en dos de ellos se evidenció una mayor activación cognitiva: manifestaron sus dudas y expusieron sus criterios sobre el tema, los cuales se focalizaron en la evaluación del desempeño, que muchas veces realizan a partir de la observación de sus compañeros, y en el desconocimiento que se tiene de la misma. Nuevamente, las reacciones fueron positivas cuando se les entregó el plegable y se comprometieron a estudiar sobre la temática y a participar en el siguiente taller de orientación grupal.

El Taller de orientación grupal 2 se realizó con el objetivo de dialogar acerca de las valoraciones que realizan los estudiantes sobre su desempeño, tomando como referencia la ejecución que observan en otras personas. Los estudiantes tomaron como referencia los contenidos expuestos en la charla educativa e hicieron un análisis de la película *Manos milagrosas*, en un intento de aplicar los conocimientos obtenidos.

El segundo taller constituyó un espacio en el que los estudiantes reflexionaron sobre sus fortalezas, y se constató la necesidad de potenciar en ellos los logros de ejecución. Reconocieron que los criterios que se han formado sobre su desempeño académico han estado influidos por diversos modelos que en algunos casos se asemejan y en otros no (el caso 1 tiene como modelos a sus hermanos mayores, quienes se caracterizan por poseer un alto nivel de conocimientos de las ciencias que imparten y una experiencia significativa en el área en que se desempeñan; los casos 2, 3 y 4 tienen como modelos a compañeros de clases que se encuentran en su misma situación académica y con los que comparten en distintos escenarios de la vida universitaria). Las técnicas utilizadas y la conducción del taller permitieron un debate abierto en un ambiente cálido en el que todos se sentían a gusto; se les exhortó a desarrollar la observación, la atención y la autorreflexión de las principales capacidades y limitaciones de cada uno.

Se orientó, por parte del investigador, la realización de una actividad conjunta en la práctica laboral con estudiantes de cuarto año, en la que debían aplicar y calificar métodos y técnicas para diagnosticar la personalidad del sujeto.

Las valoraciones realizadas por los estudiantes fueron positivas, alegaron que el taller los ayuda a conocerse, a brindar apoyo

a sus compañeros y los motiva a esforzarse para mejorar en sus vidas como estudiantes.

Se realizaron dos sesiones de consultas psicopedagógicas con cada estudiante luego del segundo taller, con vistas a desarrollar su percepción de autoeficacia y a confrontar su desempeño académico con el de un compañero con mejores resultados.

En la primera sesión de consulta psicopedagógica, luego de la relajación, los estudiantes e investigadoras dialogaron sobre el desempeño académico de cada uno y el resultado fue que reconocen que han ocurrido avances a partir de la implementación del programa.

La actividad conjunta con los estudiantes de cuarto año fue fructífera, ya que manifestaron haber aprendido, con la ayuda de su compañero, a aplicar y a calificar las técnicas utilizadas: “pudimos observar a un estudiante como nosotros, cómo aplica los contenidos que a veces nos resulta difícil”; “fue una experiencia buena, porque realizamos las actividades juntos, el diagnóstico fue construido por ambos y al final el objetivo fue cumplido”; “a mí me aportó mucho, porque a veces uno no se detiene a ver cómo otras personas han logrado sobreponerse a las dificultades, conmigo estuvo una estudiante que me apoyó mucho y me aconsejó, yo pude fijarme en sus habilidades y cómo domina el contenido, conversamos mucho y me di cuenta que no siempre fue tan buena, eso me da ánimo y me fortalece”.

Seleccionaron un compañero de su grupo y no sólo lo observaron durante una semana, sino que realizaron actividades de conjunto con la ayuda del profesor guía, lo que les permitió obtener un mayor número de información acerca del mismo. Emitieron criterios sobre su propio desempeño a partir de la observación realizada (caso 1 y 5 manifiestan valoraciones positivas y expectativas de logros superiores a las planteadas por ellos anteriormente; caso 2, 3 y 4 necesitan desarrollar la atención y la retención de las vivencias agradables y logros alcanzados que puedan ser referentes para propiciar un aprendizaje y mejorar la percepción que tienen sobre sí mismos).

En la segunda sesión de consulta se logró confrontar a los estudiantes con el modelo seleccionado; las investigadoras realizaron señalamientos y clarificaron la información obtenida confirmando las capacidades de ambos sujetos.

Se obtuvo como resultado que todos los estudiantes lograron enfrentar tareas difíciles que antes evitaban y registraron más resultados positivos que negativos durante el proceso (el caso 1 enfrentó siete tareas de asignaturas de la especialidad con resultados positivos; los casos 5 y 3 lograron realizar cinco tareas satisfactoriamente y se evidencia una mayor participación en las actividades docentes; los casos 2 y 4 lograron enfrentar tres tareas de diversas asignaturas y evaluarse de manera oral en más de cinco ocasiones).

También se evidencia en ellos un mayor conocimiento de sus capacidades, de las estrategias que utilizan para aprender y algunos presentan mayor seguridad ante la realización de las tareas de aprendizaje

Estos resultados fueron constatados por el colectivo de profesores que imparten clases en el año. Lo más notable es que no sólo se evidencian cambios en la participación de los estudiantes en las asignaturas en que se sienten más seguros, sino también en las más complejas para ellos. Los profesores refieren que los resultados docentes de los estudiantes han mejorado y que se revelan en los resultados del primer y segundo corte evaluativo.

Fase de evaluación

La evaluación del programa de orientación para el desarrollo de la autoeficacia percibida en situaciones académicas se realizó a partir del criterio emitido por los participantes, de observaciones realizadas por las investigadoras, del análisis de los resultados docentes de cada participante y del criterio emitido por los profesores que integran el colectivo de año. Éstos se obtuvieron a medida que se ejecutaba el programa, ya que al cierre de cada actividad se efectuó, en conjunto con los estudiantes, una valoración y se les permitió que en las consultas psicopedagógicas expresaran los cambios observados en su desempeño académico, así como sus principales vivencias.

Las valoraciones respecto a su efectividad fueron positivas, pues manifestaron lograr un mayor conocimiento de sus potencialidades y carencias: “siento que estoy descubriendo aptitudes que no tenía”; “yo nunca me detuve a pensar si realmente las estrategias que utilizaba para aprender eran las correctas, ahora me doy cuenta que no”; “reconozco que tengo conocimientos que me permiten realizar esa actividad al igual que...”.

Se desarrolló la autoobservación, lo que les permitió centrar su atención en los resultados positivos y reproducirlos. El programa les permitió informarse acerca del objeto de investigación y lograr no sólo la activación metacognitiva, sino también movilizar su comportamiento en pos de alcanzar sus metas y objetivos de aprendizaje en un corto plazo, lo cual les permitió mejorar su autoconfianza y aumentar la motivación por el estudio.

En cada reunión del colectivo de año se realizó un análisis de la situación académica de la muestra seleccionada y se valoraron los principales cambios percibidos por el colectivo de año. Los profesores plantearon la necesidad de profundizar en la temática: alegan que la aplicación del programa ha logrado un cambio en los estudiantes seleccionados y contribuido al desarrollo de los mismos: “es notable la evolución que han tenido (casos 1 y 5), pues los veo más comprometidos, tienen una actitud diferente, están más activos en clase, toman la iniciativa, incluso cuando intervienen lo hacen con un dominio del contenido”; “antes

sabíamos que estos muchachos sí estudiaban, cumplían con sus deberes escolares, pero algo fallaba, algo en su personalidad, yo estoy satisfecho porque hoy se evidencia la preparación, todavía necesitan mejorar el discurso, desarrollar más la forma de expresarse, el dominio del lenguaje técnico de las asignaturas de la especialidad, pero los veo bien”; “hay un despertar en ellos (casos 3 y 4), se evidencia más seguridad en sus respuestas y, aunque la participación es discreta, sí veo que ha habido una transformación en la forma de verse, en lo que creen y la motivación por el estudio ha aumentado en los cinco estudiantes”.

El programa de orientación para el desarrollo de la autoeficacia percibida en situaciones académicas permitió además perfeccionar la labor docente educativa de las autoras de la presente investigación y desarrollar acciones de orientación que pueden darle cumplimiento a las necesidades detectadas en el proyecto educativo del año. Fue recibido con agrado por parte de los estudiantes, les impactaron las diversas modalidades y emitieron criterios positivos sobre la realización de los talleres y las charlas educativas. El colectivo pedagógico propuso a las investigadoras desarrollar actividades metodológicas que preparen al claustro para identificar y estimular en los alumnos las fuentes de autoeficacia que mejor contribuyen con su desempeño.

Conclusiones

La presente investigación propone un programa de orientación para el desarrollo de la autoeficacia percibida en situaciones académicas de estudiantes de la carrera Pedagogía-Psicología de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, como alternativa de innovación a las prácticas educativas actuales. En la fase de evaluación de necesidades se encontró que los estudiantes seleccionados poseen escaso conocimiento de sí, expresan insuficiente confianza en sí mismos para afrontar con éxito las tareas académicas y se perciben como deficientes a la hora de expresar sus ideas y conocimientos. La educación tiene como tarea prioritaria el desarrollo de competencias académicas en los estudiantes, permitiéndoles confiar en sus propias capacidades (Pajares, 2001). Es así que potenciar el desarrollo de la autoeficacia percibida en situaciones académicas mediante programas de orientación educativa, constituye una alternativa de solución a los sentimientos de ineptitud de los alumnos.

El programa de orientación que se propone persigue objetivos centrados en el desarrollo de habilidades mediante una intervención cuidadosamente planificada, ejecutada y evaluada. Esto permitió desarrollar las fuentes de la autoeficacia a partir de las necesidades que están presentes en la muestra seleccionada.

La investigación empírica del tema ha demostrado ampliamente que la autoeficacia resulta ser más predictiva del rendimiento académico que otras variables cognitivas (Bandura, 1982), que logra predecir el éxito posterior (Bandura, 1977) y que es un importante mediador cognitivo de competencia y rendimiento, puesto que favorece los procesos cognoscitivos (Ornelas et al., 2012). Por tanto, darse a la tarea de mejorar la percepción de ser capaz en quien aprende es un objetivo educacional valioso, bajo el supuesto implícito de que su potenciación servirá como vehículo para mejorar otros resultados, como el logro académico y la autoestima, tomando en cuenta que la continua conciencia de fracaso reduce las expectativas de éxito y no favorece en ningún modo el aprendizaje ni el desarrollo personal.

Como bien señala Bandura (1977), la autoeficacia es maleable, es decir, el uso de estrategias bien estructuradas puede modificarla y desarrollarla, máxime cuando son implementadas por los colectivos pedagógicos que llevan a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las posibilidades de diálogo con los estudiantes que poseen estos colectivos hacen que sean más efectivas las intervenciones educativas que propician la adquisición de conocimientos, maneras de pensar, desarrollar confianza en sí mismos, habilidades para responder satisfactoriamente a las demandas de las tareas académicas, para que así puedan experimentar el logro académico.

Siguiendo a García et al. (2016), es preciso tener en cuenta las cuatro fuentes de la autoeficacia –los logros de ejecución, la experiencia vicaria, la persuasión verbal y los estados afectivos– para influir en la percepción que los estudiantes tienen de sí mismos. Esta investigación posee como limitación que el programa de orientación implementado se propuso modificar los logros de ejecución y la experiencia vicaria de estudiantes de segundo año de la carrera Pedagogía-Psicología, que eran los que en definitiva, según el diagnóstico realizado, se constituían como necesidad educativa.

No obstante, a pesar de las limitaciones señaladas, nuestro trabajo se adapta a las necesidades y posibilidades de los estudiantes, genera estados emocionales positivos en ellos, puede ser implementado como alternativa de trabajo e innovación educativa en la educación superior. La implementación del programa diseñado se realizó a partir de tres modalidades de la orientación educativa: charla educativa, talleres de orientación grupal y consultas psicopedagógicas. La sistematización de estas modalidades en la educación superior podrían sugerir modificaciones al trabajo metodológico, orientado a potenciar la percepción de sí mismo de los alumnos para afrontar con éxito las tareas académicas desde una perspectiva interdisciplinaria.

Las técnicas planificadas permitieron la transformación consciente de la percepción de sí mismo para afrontar situaciones

académicas. Ha sido evaluado positivamente por los usuarios y destinatarios del programa, debido a su efectividad.

Consideramos que el programa puede ser perfeccionado, ampliando la intervención a la dinámica de un grupo escolar y no limitándose a una muestra de él, a la vez que a otras carreras y universidades.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Aguirre, J. F., Blanco, J. R., Rodríguez Villalobos, J. M. y Ornelas, M. (2015). Autoeficacia general percibida en universitarios mexicanos, diferencias entre hombres y mujeres. *Formación Universitaria*, 8(5), 97-102. doi: 10.4067/S07 18-50062015000500011
- Álvarez, V. y Hernández, J. (1998). El modelo de intervención por programas. Aportaciones para una revisión. *Revista de Investigación Educativa*, 16(2), 79-123.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Towards a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 2(84), 191-215. doi: 10.1037/0033-295x.84.2.191
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 2(37), 122-147. doi: 10.1037/0003-066X.37.2.122
- Bandura, A. (1987). *Pensamiento y Acción. Fundamentos sociales*. Barcelona, ES: Martínez Roca.
- Bandura, A. (1995). *Self-Efficacy in changing societies*. Cambridge, RU: University Press.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Nueva York, NY: Freeman.
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid, ES: Editorial La Muralla.
- Caprara, G. V., Vecchione, M., Alessandri, G., Gerbino, M. y Barbaranelli, C. (2011). The contribution of personality traits and self-efficacy beliefs to academic achievement: A longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 81(1), 78-96.
- Contrera, F., Espinosa, J. C., Esguerra, G., Haikal, A., Polanía, A. y Rodríguez, A. (2005). Autoeficacia, ansiedad y rendimiento académico en adolescentes. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 1(2), 183-194.
- Chacón, C. T. (2006). Las creencias de autoeficacia: un aporte para la formación del docente de inglés. *Revista Acción Pedagógica* 15, 44-54.
- Espinoza, C., y Barra, E. (2018). Autoeficacia, apoyo social y bienestar psicológico en estudiantes universitarios asmáticos. *Revista de Psicología*, 14(28), 141-147.
- Ferla, J., Valcke, M., y Schuyten, G. (2010). Judgments of self-perceived academic competence and their differential impact on students' achievement motivation, learning approach and academic performance. *European Journal of Psychology of Education*, 25(4), 519-536.
- Flores, R., y Gómez, J. (2010). Un estudio sobre la motivación hacia la escuela secundaria en estudiantes mexicanos. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 12(1), 1-17. Disponible en: <http://redie.uabc.mx/vol12no1/contenido-floresgomez.html>
- Galleguillos, P., y Olmedo, E. (2017). Autoeficacia académica y rendimiento escolar: un estudio metodológico y correlacional en escolares. *ReiDoCrea*, 6, 156-169.

- García, A. L., García, M., y Ramos, P. J. (2007). Aportaciones de la inteligencia emocional y la autoeficacia: aplicaciones para la selección de personal. *Anales de Psicología*, 23(2), 231-239.
- García, J. M., Inglés, C. J., Díaz Herrero, Á., Lagos San Martín, N., Torregrosa, M. S., y González, C. (2016). Capacidad predictiva de la autoeficacia académica sobre las dimensiones del autoconcepto en una muestra de adolescentes chilenos. *Estudios sobre Educación*, 30, 31-50. doi: 10.15581/004.30.31-50
- García, J. M., Ingles, C., Vincent, M., González, C., Lagos, N., y Pérez Sánchez, A. M. (2016). Relación entre autoeficacia y autoatribuciones académicas en estudiantes chilenos. *Universitas Psychologica*, 15(1), 79-88.
- García, J. M., Inglés, C. J., Vicent Juan, M., González, M., Pérez Sánchez, A. M., y San Martín, N. L. (2016). Validación de la escala de autoeficacia percibida específica de situaciones académicas en Chile y su relación con las estrategias de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación. RIDEP*, 1(41), 118-131.
- García, J. M., Lagos San Martín, N. G., Gonzalvez Macia, C., Vicent Juan, M., y Ingles, C. (2015). ¿Predice la autoeficacia percibida la ansiedad escolar? Estudio con estudiantes chilenos de educación secundaria. *International Journal of Developmental and Educational Psychology: INFAD Revista de Psicología*, 1(1), 193-198.
- Gutiérrez, M., Escartí, A., y Pascual, C. (2011). Relaciones entre empatía, conducta prosocial, agresividad, autoeficacia y responsabilidad personal y social de los escolares. *Psicothema*, 23(1), 13-19.
- Lee, W., Lee, M. J., y Bong, M. (2014). Testing interest and self-efficacy as predictors of academic self-regulation and achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 86-99.
- Lent, R. W., Taveira, M. D., Sheu, H. B., y Singley, D. (2009). Social cognitive predictors of academic adjustment and life satisfaction in Portuguese college students: A longitudinal analysis. *Journal of Vocational Behavior*, 74(2), 190-198.
- Modelo del profesional. Plan de estudio E. Carrera de Licenciatura en Educación Pedagogía-Psicología (2016).
- Ornelas, M., Blanco, H., Gastélum, G., y Chávez, A. (2012). Autoeficacia percibida en la conducta académica de estudiantes universitarias. *Formación Universitaria*, 5(2), 17-26. doi: 10.4067/S0718-50062012000200003
- Pajares, F. (2001). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66(4), 543-578. doi: 10.3102/00346543066004543
- Pajares, F., y Schunk, D. H. (2001). Self-beliefs and school success: Self-efficacy, self-concept, and school achievement. En R. R. y S. Rayner (Eds.), *Perception* (pp. 239-266). Londres, RU: Ablex Publishing.
- Palenzuela, D. (1983). Construcción y validación de una escala de autoeficacia percibida específica de situaciones académicas. *Análisis y Modificación de conducta*, 9(21), 185-219.
- Pintrich, P., y De Groot, E. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40. doi: 10.1037/0022-0663.82.1.33
- Prieto, L. (2007). *Autoeficacia del profesor universitario. Eficacia percibida y práctica docente*. Madrid, ES: Narcea.
- Salanova, M., Martínez, I., y Llorens, S. (2012). Success breeds success, especially when self-efficacy is related with an internal attribution of causality. *Estudios de Psicología*, 33(2), 151-165.
- Sandín, M. P. (2003). *Investigación Cualitativa en Educación. Fundamentos y Tradiciones*. Madrid, ES: McGraw-Hill Interamericana de España.

- Schmidt, V., Messoulam, N., y Molina, F. (2008). Autoconcepto académico en adolescentes de escuelas medias: presentación de un instrumento para su evaluación. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica*, 1(25), 81-106.
- Shams, F., Mooghali, A. R., Tabebordbar, F., y Sleimanpour, N. (2011). The mediating role of academic self-efficacy in the relationship between personality traits and mathematics performance. *Procedia-Social and Behaviural Sciences*, 29(1689-1692).
- Valle, A., Pla, R., Salmerón, E., y Machado, B. (2011). *Resultados científicos de la investigación pedagógica en secundaria básica. Su estructuración*. La Habana, CU: Educación Cubana.
- Wang, K. T., Fu, C. C., y Rice, K. G. (2012). Perfectionism in gifted students: Moderating effects of goal orientation and contingent self-worth. *School Psychology Quarterly*, 27(2), 96-108.

Innovación en la enseñanza de la ética profesional en Derecho: el uso de las series de televisión

Sara Elvira Galbán Lozano
Claudia Fabiola Ortega Barba
María Teresa Nicolás Gavilán
Universidad Panamericana

Resumen

Este artículo reconstruye una intervención educativa innovadora en la enseñanza de la ética profesional del Derecho. En ella se incorpora el uso de la serie *Suits*, como detonante de los contenidos de la asignatura, utilizando un modelo de análisis centrado en el desarrollo de los personajes a lo largo del tiempo y en la empatía que éstos producen en el espectador. Lo anterior promueve la reflexión de los estudiantes sobre el pensar, el hacer y el ser de la práctica jurídica. La intervención educativa basada en una metodología didáctica orientada a la problematización destaca los principios éticos reguladores del *ethos* profesional del abogado, el cual no se reduce a lo cognitivo, sino que busca desarrollar competencias éticas encaminadas al quehacer jurídico.

Palabras clave

Enseñanza, ética profesional, estudiante universitario, experiencia pedagógica, series de televisión.

Innovating the teaching of professional ethics in law: The use of television series

Abstract

This article reconstructs an innovative pedagogical experience in the teaching of the professional ethics of law. This experience incorporates the use of *Suits*. This series is a trigger for the contents of the subject, and whose analysis through a model focused on development of the characters over time and in the empathy, promoting the students' reflection on the knowing, the doing and the being of legal practice. The work highlights the ethical principles regulating the professional *ethos* of the lawyer, assuming that the exercise of law is not limited to the cognitive, but seeks to develop ethical competencies. In order to attain this, it is fundamental to link the contents with a didactic methodology oriented toward the problems.

Keywords

Pedagogical experience, professional ethics, teaching, television series, undergraduate student.

Recibido: 03/05/2019
Aceptado: 21/11/2019

Introducción

La concepción moderna del trabajo, producto del positivismo, ha conducido progresivamente a convertir a cualquier trabajador –incluidos los egresados universitarios– en técnicos al servicio de unos fines muy concretos, la eficacia y la productividad, lo que ha provocado el olvido, en ciertos casos, de la proyección social del trabajo y, por ende, de la ética profesional (Aparisi, 2009).

Sin embargo, cada vez es más común la referencia al compromiso social y a la responsabilidad ética en el mundo laboral. Por tanto, la universidad tiene la responsabilidad de formar a personas profesionalmente competentes y con un criterio ético (Hirsch, 2003).

Una de las funciones esenciales de la universidad es capacitar para desarrollar actividades profesionales y sustentar la vida social y económica. Para lo cual, “el desarrollo de la profesionalidad ha de tener en cuenta la constitución del *éthos* profesional” (López Zavala, 2013); es decir, entender que las profesiones no pueden abordarse sólo desde una perspectiva tecno-económica (Chávez, 2014, p. 222).

Es así que la formación universitaria, además de integrar espacios curriculares sobre los saberes específicos de la profesión, se ha de preocupar por incorporar asignaturas para reflexionar sobre la ética profesional en todas las carreras.

En este contexto, la carrera de Derecho no es la excepción, más aún cuando requiere de cualidades morales que son necesarias para la adhesión personal a los principios éticos que inspiran la actividad profesional del abogado, orientada a la justicia, al consejo, la concordia y la defensa de derechos e intereses públicos y privados. Esto, además de las cualidades intelectuales, como la estructura lógico-sistemática, la buena memoria capaz de retener las líneas generales de la legislación y un sentido práctico de los problemas a resolver (Vázquez, 1996).

Hoy más nunca, la profesión de abogado debe estar permanentemente e indisolublemente ligada al cumplimiento de su función social, es decir, a la consecución de la justicia. Para que tal fin sea posible de alcanzar, se requiere de una sólida formación del sujeto, tanto en lo académico como en lo moral (Muñoz, 2012, p. 274).

En cuanto a lo moral, los principios éticos que regulan la profesión del abogado se concretan de acuerdo con las relaciones que éste tiene con la sociedad, el cliente y el gremio. En relación con la sociedad, el abogado debe vivir la integridad y la honestidad

profesional, que hacen referencia al “obrar con honradez y buena fe. No ha de aconsejar actos fraudulentos, afirmar o negar con falsedad, hacer citas inexactas o tendenciosas, ni realizar acto alguno que estorbe la buena y expedita administración de justicia” (Cruz, Ibañez, Lozano y Reséndiz, 2014, p. 15).

Relacionado con el cliente, el abogado debe vivir la independencia profesional, que se refiere a la necesidad de no depender de éste, puesto que ostenta la confianza de los poderes públicos, los jueces y los magistrados. Esta independencia es necesaria para mantener la confianza en la justicia. El abogado debe vivir, además, el secreto profesional, pues recibe información confidencial (Pérez, 2014; Cruz et al., 2014).

En cuanto al cobro de honorarios, el abogado tiene derecho a una compensación adecuada por los servicios prestados; sin embargo, deberá acordar con su cliente el monto. A falta de un pacto expreso, se podrán tener en cuenta las orientaciones del colegio en cuyo ámbito actúe (Cruz et al., 2014).

En relación con el gremio, es deseable que el profesional del Derecho se incorpore a un colegio, pues ello asegura el cumplimiento de los deberes estatutarios y permite alcanzar los fines institucionales en beneficio de la sociedad y del ejercicio profesional del colegiado. A la par de lo anterior, la asesoría jurídica gratuita y el patrocinio de causas *pro bono* son también deberes del abogado, que implican asesorar y en su caso defender a personas que no tengan los medios económicos necesarios, lo cual puede ocurrir por petición explícita del interesado o por nombramiento de oficio. El incumplimiento de ello es falta grave que desvirtúa la esencia misma de la abogacía (Cruz et al., 2014).

Estos principios éticos reguladores del *ethos* profesional del abogado cobran sentido en ámbitos socialmente existentes (López, 2013), por lo que no se reducen a un ejercicio cognitivo, orientado al saber, sino que buscan desarrollar competencias éticas encaminadas al quehacer jurídico, para lo cual es fundamental vincular los contenidos con una metodología didáctica orientada a la problematización.

Es así que este artículo busca mostrar cómo la incorporación de series de televisión a la enseñanza de la ética jurídica puede, por un lado, facilitar la vinculación entre el contenido de la asignatura y el mundo vital del joven universitario, y por el otro, proporcionar escenarios a los estudiantes para la toma de decisiones éticas.

Las series como medio para la enseñanza

La decisión de incorporar las series de televisión a la enseñanza de la ética profesional responde principalmente a tres razones: la primera hace referencia a los hábitos que los jóvenes mexicanos tienen respecto del consumo de medios; la segunda, por las

características propias de este producto de la cultura popular, y, la tercera, por algunas experiencias previas que han mostrado las ventajas de su incorporación a los procesos de enseñanza aprendizaje en ámbitos universitarios.

Según la Encuesta Nacional de Consumo de Contenidos Audiovisuales 2017 del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), en México 92% de la población cuenta con televisión en su hogar. De ellos, solo 56% tiene señal abierta; mientras que 36% cuenta con acceso a canales exclusivos de paga y 8% a los dos. En la televisión abierta los programas predilectos son, en orden de consumo: los noticiarios, las películas, las telenovelas, los deportes y las series; mientras que en la de paga son: las películas, las series, los deportes y los programas infantiles.

En lo que se refiere a los contenidos audiovisuales en internet, 43% de las personas declara consumirlos. Los videos musicales, películas y series son los contenidos que se ven con mayor frecuencia, y el lugar donde más se consumen es en el hogar. La plataforma favorita de este tipo de audiencias es YouTube (75%), seguida por Netflix (25%), y el dispositivo que más utilizan es el teléfono celular.

En una encuesta realizada en la universidad –contexto de la intervención educativa– dirigida a estudiantes que ingresaron en agosto de 2018, se obtuvieron 902 respuestas de universitarios, que fueron las siguientes: 47% prefiere ver series, 18% películas, 13% deportes y 9% documentales como principales programas. En cuanto a las horas de dedicación, se encontró que 68% ocupa de 1 a 5 horas y 19% de 6 a 10 horas. Los dispositivos preferidos para esta actividad son la televisión digital (48%), la computadora (27%), la tableta (13%) y el teléfono inteligente (12%).

Específicamente en relación con las series, esta encuesta arrojó que los géneros más atractivos para los jóvenes son: la comedia, con 28%; el drama, con 24%; y la aventura, con 24%. Las temáticas de mayor demanda son: médica (21%), policíaca (12%), histórica (11%), política (11%) y jurídica (8%). Los universitarios además comentaron que las series les gustan por placer y diversión (814 encuestados) y porque aprenden (248 encuestados).

Como lo muestran las cifras, el consumo de series es una de las actividades a las que los jóvenes dedican más tiempo. En ellas se narran y escuchan historias, lo que se convierte en un ritual en donde se experimenta el significado de un guion que provoca emociones intensas (McKee, 2011).

Aunado a lo anterior, las series se consumen al menos por cuatro características:

1. La calidad de la producción cinematográfica en donde las series “igualan en muchos aspectos al cine en el cuidado de su realización y en la complejidad de sus tramas y personajes” (Bonaut y Grandío, 2009, p. 754).

2. Los valores narrativos y artísticos que se presentan al espectador bajo un carácter dialógico y relacional (García y González, 2016).
3. El tipo de personajes que muestran estilos de vida atractivos que generan empatía con el público.
4. La diversidad de canales en la distribución y consumo (Del Campo, Puebla e Ivars, 2016).

Así, gracias a los hábitos de consumo de los jóvenes y a las características de las series, este medio audiovisual puede convertirse en un potente recurso para la enseñanza, pues al detonar emociones por la estrecha relación entre los personajes y los intereses de los estudiantes y por la empatía que los primeros generan en el espectador, los contenidos pueden ser atractivos como retos conceptuales propuestos por el profesor (Lozano, 2015; Tewell, 2014; Springer y Yelinek, 2011).

Ahora bien, en el caso de la enseñanza del Derecho, tradicionalmente se ha empleado la cátedra como único medio para la transmisión oral del conocimiento jurídico y al libro como única fuente de información. Según Calamandrei (1926):

Esto no interesa ni puede interesar a los estudiantes; cuando es una elevada exposición de principios teóricos hecha en forma rigurosamente científica, tan solo unos pocos están en condiciones de entenderla... la explicación oral, en la que el profesor habla para todos y para nadie... impide al docente dirigirse a cada discípulo en el lenguaje más apropiado a su madurez intelectual... condena a los estudiantes [a aceptar]... los resultados del pensamiento ajeno (citado en Campos, 2003, p. 110).

Aunque actualmente se sigue utilizando la explicación verbal del profesor, se considera que ya no puede ser el único medio para promover el aprendizaje, pues lo que ahora se busca es la integración y la aplicación del conocimiento (Ríos, 2015). Por consiguiente, se han incorporado a la enseñanza del derecho metodologías activas, como el método del caso, el seminario, las discusiones en pequeños grupos, el diálogo y el debate, entre otros.

En el caso específico de la enseñanza de la ética jurídica, que como ya se comentó requiere de una metodología didáctica orientada a la problematización, la cátedra no es suficiente. De ahí que incorporar las series al proceso didáctico responde a la complejidad de su enseñanza, al mostrar dilemas éticos con los que los estudiantes pueden verse identificados.

Lo anterior, se hace evidente en las investigaciones relacionadas con la incorporación de series televisivas en la enseñanza universitaria, como las que se centran en el análisis de contenido (Padilla, 2012), las que muestran efectos de las series en el aprendizaje de los estudiantes (Lozano, 2015; Surmeli, 2012) y otras

que relatan las experiencias del profesor y de los estudiantes en relación con el uso de éstas (Nicolás, Galbán y Ortega, 2017a; Nicolás, Ortega y Galbán, 2017b).

Aprender sobre ética jurídica

La integración de la serie *Suits* al programa de la asignatura Ética Profesional en la carrera de Derecho surge de la reflexión docente al considerarlas como un recurso que, por sus características, permite la problematización de situaciones cotidianas en contextos específicos.

Suits es una serie creada por Aaron Korsh y distribuida por NBC Universal Television Distribution; pertenece al género de drama legal y comedia dramática. En ella se muestran las experiencias de unos abogados que trabajan en un despacho en Nueva York. Dicha serie se compone de ocho temporadas, con doce episodios la primera, dieciséis el resto y diez la octava, lo cual asciende a un total de 118 episodios y 82 horas de transmisión. Los personajes protagonistas son seis: Harvey Specter, Mike Ross, Louis Litt, Rachel Zane, Donna Paulsen, y Jessica Pearson.

La asignatura Ética Profesional es una materia optativa que se ofrece en el último año de la licenciatura en Derecho y pertenece al bloque disciplinario profesional. El objetivo de este espacio curricular es que los estudiantes reflexionen sobre distintas situaciones laborales desde una perspectiva ética, así como sobre el alcance de las decisiones del abogado, con la finalidad de incorporar competencias éticas a su quehacer jurídico. El contenido se divide en dos bloques temáticos: las perspectivas de la ética y los principios éticos que regulan la profesión del abogado.

Dentro del bloque de la perspectiva de la ética se hace un breve recorrido histórico sobre el origen de este campo del saber práctico, para posteriormente identificar la evolución que ha tenido mediante diferentes enfoques, entre los que destacan el utilitarista, el deontológico y el centrado en la virtud. En el segundo bloque se estudian los principios éticos que regulan la profesión del abogado en relación con la sociedad, el cliente y el gremio.

La metodología de la asignatura incluye clases magistrales y lectura de textos especializados; sin embargo, la estrategia más importante del semestre la representa el análisis de la serie *Suits*, que, gracias a las situaciones y personajes representados en ella, se pueden vincular con los contenidos de la asignatura a lo largo de los diversos capítulos. En el cuadro 1 se muestra la distribución de los capítulos de acuerdo con los contenidos de la asignatura.

Para convertir la serie en el hilo conductor de la estrategia de la asignatura, se recurrió a un modelo de análisis centrado en el desarrollo de los personajes a lo largo de los capítulos. Este modelo se sustenta en la relación que existe entre las personas

Cuadro 1. Distribución de capítulos y contenidos.

Sesión	Capítulos	Contenido	Lecturas
1	<i>Suits</i> / T. 1 Piloto	<ul style="list-style-type: none"> • La ética y su proceso histórico. • Perspectivas éticas. • Ética y conciencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Betanzos, E., y González, I. (Coords.) (2012). <i>Ética Jurídica</i>. México: Porrúa.
2	<i>Suits</i> / T. 2	<ul style="list-style-type: none"> • Toma de decisiones. • Virtudes cardinales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicolás-Gavilán, M. T., Padilla-Lavín, M. A., y Vargas-Zamorano, P. P. (2015). A Woman of the 60's Caught in a Contemporary TV Series: Claire Dunphy a Housewife in a Modern Family, <i>Communication & Social Change</i>, 3(1), 19-47. • Nicolás-Gavilán, M. T. Ortega-Barba, C., y Galbán-Lozano, S. (2017), Television Series Use in Teaching and Learning Professional Ethics in Communication. <i>Media Watch</i> 8(1), 44-58.
3	<i>Suits</i> / T. 2	<ul style="list-style-type: none"> • Principios fundamentales de la deontología y la formación de la conciencia: virtudes cardinales II y bien común. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cruz, O., Ibañez, F., Lozano, J. A., y Reséndiz, C. (2014). <i>Lineamientos para un código deontológico de la abogacía mexicana</i>. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM.
4	<i>Suits</i> / T. 3	<ul style="list-style-type: none"> • Principios éticos que regulan la profesión del abogado con la sociedad: integridad profesional y honradez. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cruz, O., Ibañez, F., Lozano, J. A., y Reséndiz, C. (2014). <i>Lineamientos para un código deontológico de la abogacía mexicana</i>. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM.
5	<i>Suits</i> / T. 3	<ul style="list-style-type: none"> • Principios éticos que regulan la profesión del abogado con su cliente: libertad profesional e independencia del abogado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cruz, O., Ibañez, F., Lozano, J. A., y Reséndiz, C. (2014). <i>Lineamientos para un código deontológico de la abogacía mexicana</i>. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM.
6	<i>Suits</i> / T. 4	<ul style="list-style-type: none"> • Principios éticos que regulan la profesión del abogado con su cliente: el secreto profesional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cruz, O., Ibañez, F., Lozano, J. A., y Reséndiz, C. (2014). <i>Lineamientos para un código deontológico de la abogacía mexicana</i>. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM.
7	<i>Suits</i> / T. 4	<ul style="list-style-type: none"> • Principios éticos que regulan la profesión del abogado con su cliente: lealtad y diligencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cruz, O., Ibañez, F., Lozano, J. A., y Reséndiz, C. (2014). <i>Lineamientos para un código deontológico de la abogacía mexicana</i>. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM.
8	<i>Suits</i> / T. 5	<ul style="list-style-type: none"> • Principios éticos que regulan la profesión del abogado con su cliente: el cobro justo de honorarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cruz, O., Ibañez, F., Lozano, J. A., y Reséndiz, C. (2014). <i>Lineamientos para un código deontológico de la abogacía mexicana</i>. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM.

Cuadro 1. Distribución de capítulos y contenidos (*continuación*).

Sesión	Capítulos	Contenido	Lecturas
9	<i>Suits</i> / T. 5	<ul style="list-style-type: none"> Principios éticos que regulan la profesión del abogado con su gremio: la colegiación. 	<ul style="list-style-type: none"> Cruz, O., Ibañez, F., Lozano, J. A., y Reséndiz, C. (2014). <i>Lineamientos para un código deontológico de la abogacía mexicana</i>. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM.
10	<i>Suits</i> / T. 6	<ul style="list-style-type: none"> Principios éticos que regulan la profesión del abogado con su gremio: casos <i>pro bono</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Estándares Pro Bono México, Fundación Barra Mexicana de Abogados, Carla Aguilar, Fundación Appleaseed México, Maru Cortazar y Mariana Vázquez, Centro Mexicano Pro bono, Ivette Montero y Lilia A. Gasca (Hogan Lovells) Sitio: http://estandaresprobono. mx/
11	<i>Suits</i> / T. 6	<ul style="list-style-type: none"> Principios éticos que regulan la profesión del abogado con su gremio: la formación de futuros abogados. 	<ul style="list-style-type: none"> Cruz, O., Ibañez, F., Lozano, J. A., y Reséndiz, C. (2014). <i>Lineamientos para un código deontológico de la abogacía mexicana</i>. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM.
12	<i>Suits</i> / T. 7	<ul style="list-style-type: none"> Relaciones con otros abogados, con otras profesiones y con la parte contraria. 	<ul style="list-style-type: none"> Cruz, O., Ibañez, F., Lozano, J. A., y Reséndiz, C. (2014). <i>Lineamientos para un código deontológico de la abogacía mexicana</i>. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM.
13	<i>Suits</i> / T. 7	<ul style="list-style-type: none"> Ética judicial: virtudes y vicios del juzgador. 	<ul style="list-style-type: none"> Cruz, O., Ibañez, F., Lozano, J. A., y Reséndiz, C. (2014). <i>Lineamientos para un código deontológico de la abogacía mexicana</i>. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM.

Fuente: elaboración propia de las autoras.

(audiencia) y los personajes, en donde, por un lado, el personaje es concebido como un elemento narrativo, que toma como referencia para su construcción las características de una persona real recreándola en la historia narrada; y, por el otro, el impacto y la vinculación emotiva que el personaje tiene con la audiencia.

Modelo de análisis, estrategia y participantes

El modelo de análisis, que tiene como finalidad comprender los estilos de vida que proponen las series por medio de sus personajes, se despliega en dos dimensiones: la antropomórfica y la antropológica. La dimensión antropomórfica se centra en el análisis de los personajes que “toman forma” de personas; mientras que la antropológica se circunscribe a la empatía de la audiencia con los personajes. Para el análisis de los mismos, la dimensión antropomórfica se subdivide en tres categorías: la toma de decisiones, los hábitos operativos (virtudes y vicios) y la metanoia.

La primera categoría se sustenta en el hecho de que para conocer la esencia de un personaje hay que identificar las decisiones que toma ante los conflictos que se le van presentando a lo largo de la serie, las cuales pueden agruparse en dos tipos de elecciones: las consecuentes, que siempre van en el mismo sentido y por tanto generan unas disposiciones estables de la voluntad; y las disruptivas, que significan un cambio en las decisiones previas (López y Nicolás, 2016).

La segunda categoría se sostiene en la identificación de las virtudes y los vicios, ambos como hábitos operativos, pero unos orientados al bien y otros al mal, respectivamente. En cuanto a las virtudes, el modelo de análisis se centra en las cardinales: prudencia, justicia, templanza y fortaleza.

La tercera categoría, la metanoia, hace referencia a las transformaciones que los personajes van sufriendo a medida que la historia se desarrolla. Según Cassetti y Di Chio (1991), en estas transformaciones se pueden reconocer al menos dos cambios en el carácter, uno relativo a los modos de ser de los personajes y, otro, a la actitud referida al modo de hacer. Para analizar y determinar el cambio o metanoia del personaje, Nicolás, Quintanilla, Padilla y Vargas (2015) establecen siete etapas:

1. El campo de batalla: se refiere a la situación en la que se encuentra el protagonista.
2. Comienza la guerra: se refiere al momento en el que el personaje se decide a cambiar.
3. Vencer al autoenemigo: es el momento en el que el protagonista nota cómo su hábito arraigado le impulsa a obrar de modo espontáneo de una manera concreta; es cuando se observa la lucha o el conflicto interior.
4. Sustener la lucha: es cuando el personaje mantiene su lucha por arraigar un nuevo hábito, contrario al que tenía.
5. Ganar terreno: en esta etapa el personaje empieza a reaccionar de modo espontáneo conforme al nuevo hábito que ha adquirido.
6. Punto de inflexión: aquí el personaje es puesto a prueba de modo definitivo. Se presenta una lucha entre dos tendencias: el hábito malo que está por ser erradicado y el bueno que empieza a convertirse en una segunda naturaleza.
7. La medalla del héroe: es cuando el personaje finalmente ha aprendido la lección y ha adquirido un nuevo hábito.

En cuanto a la dimensión antropológica, como ya se mencionó, se circunscribe a la empatía que los personajes generan al desenvolverse en escenarios o situaciones comunes, lo cual permite al espectador vivirlos y percibirlos como reales (Nicolás et al., 2015). Según Cohen (2006), quien estudió las reacciones emocionales de los

espectadores provocadas por los personajes, se dan cuatro niveles de empatía: el cognitivo, el emocional, el valorativo y el proyectivo.

El nivel cognitivo consiste en entender a los protagonistas y sus circunstancias, es decir, “ponerse en sus zapatos”. El emocional tiene un fundamento neurológico referido a las neuronas espejo, las cuales reflejan la actividad que se está observando en otra persona o personaje. El valorativo muestra la aprobación del personaje, es decir que gusta, sin que haya de por medio un juicio moral, porque evoca o provoca un sentimiento de satisfacción. Finalmente, el proyectivo permite que el espectador fantasee con la idea de ser el personaje; esta fantasía le permite anticipar las situaciones que vivirán los personajes o inferir las consecuencias de sus acciones.

Es así como este modelo se convierte en la base de la intervención educativa, cuya estrategia se trabajó de la siguiente manera:

1. Presentación del modelo de análisis a los estudiantes.
2. Configuración de siete equipos de seis integrantes, con la finalidad de analizar por temporada cada personaje de esa serie identificando su dimensión personal y social, el comportamiento ético, las virtudes cardinales y la metañoia del personaje. Esto representó el resultado de aprendizaje de la evaluación parcial.
3. Reconfiguración de equipos a partir de los personajes analizados en cada temporada, con el propósito de comprender al personaje mediante un análisis integral identificando su crecimiento y la evolución de sus virtudes a lo largo de las siete temporadas. Esto representó el resultado de aprendizaje de la evaluación final.
4. Documentación de la experiencia por parte de los estudiantes resaltando dos aspectos: por un lado, la referencia a la empatía con el personaje, es decir, qué aprendieron de él, y por el otro, la valoración de la estrategia como medio para su aprendizaje.

En esta estrategia participaron los 42 estudiantes matriculados en la asignatura, de los cuales 25 son mujeres y 17 son hombres; 11 sólo estudian y 33 estudian y trabajan. Los ámbitos profesionales en los que estos últimos están ubicados son: penal, propiedad intelectual y patentes, financiero y bursátil, corporativo, civil, internacional, fiscal, notarial, laboral, energético, derechos humanos y administrativo.

En torno a las evidencias de aprendizaje

Si consideramos que una evidencia de aprendizaje es producto de una actividad integradora, contextualizada, que reta al estu-

dante a desarrollar competencias previstas desde los resultados de aprendizaje y que favorece el carácter reflexivo y autorregulado del proceso didáctico (Reyes, 2018), se puede llevar a cabo un análisis de la intervención educativa a partir de la evaluación final solicitada a los estudiantes, que, al presentarse como una narrativa, facilita la identificación de lo que la estrategia propuesta significó para ellos. Esto es así, gracias a que las narrativas son la forma más natural de dar sentido a las propias experiencias, pues llevan a una comprensión personal de las mismas y a comunicarlas a los demás (Merriam y Tisdell, 2016).

En la narrativa presentada como evaluación final de la asignatura los estudiantes desarrollaron cuatro apartados: 1) la evolución personal y social del personaje, 2) la valoración moral del personaje con base en las virtudes cardinales, 3) los aprendizajes adquiridos a partir del análisis del personaje y 4) la valoración de la estrategia para la formación profesional. Por la naturaleza de esta información, y a pesar de que este trabajo no es un reporte de investigación, se decidió realizar el análisis según la lógica del método de las comparaciones constantes descrita por Strauss y Corbin (1998) en relación con la identificación de unidades de significado y la posterior agrupación en categorías de análisis. Para identificar la información, cada unidad se presenta seguida de la letra E, de “equipo”, o de la letra P de “persona” y el número de estos.

A partir del análisis de las narrativas presentadas por los estudiantes en el trabajo final, se identificaron dos tendencias en los comentarios: unos enfocados a la valoración de la estrategia y otros a los aprendizajes adquiridos. En el cuadro 2 se muestran las categorías y subcategorías surgidas de este análisis.

En relación con la valoración de la estrategia, los estudiantes reconocen su pertinencia en cuatro sentidos: el primero hace referencia al valor dado al contenido de la asignatura; el segundo, a

Cuadro 2. Categorías y subcategorías.

Categorías	Subcategorías
Valoración de la estrategia	Pertinencia
	Amenidad
	Proyección
	Empatía
	Oportunidad
Aprendizajes adquiridos	Principios éticos reguladores de la profesión.
	Aspectos personales.
	Competencias profesionales.

Fuente: elaboración propia de las autoras.

la ética como un saber práctico que requiere de ejemplos para su comprensión; el tercero, a la adquisición de aprendizajes significativos; y, el cuarto, al consumo masivo de series.

Como abogados, la ética, la moral, los valores, los principios son parte fundamental en nuestro día a día (E1).

Además, resaltamos que esta materia, al tener como objeto principal de estudio las acciones humanas, resulta particularmente adecuada para ser examinada a través de las series (E4).

[La serie] nos ha transmitido varios conceptos de vida y profesional que perdurarán. A nuestro parecer, ver series de televisión [ayuda] a adquirir nuevos o reafirmar viejos conocimientos (E6).

El estudio de los valores y de la ética a través de las series, las películas y de la televisión en general, consideramos que son una buena herramienta hoy en día para poder transmitirlos, ya que en la actualidad todas las personas tienen contacto con este tipo de medios de transmisión y el mensaje que comunican se da de manera rápida, masiva y entretenida (E2).

Aunado a lo anterior, los estudiantes mostraron agrado por la estrategia al considerarla una forma innovadora de aprendizaje, además de un método muy ameno que promueve el interés por la ética.

Todos coincidimos en que es un método muy ameno de estudiar (E4).

La materia no únicamente nos enseñó a ver una serie, analizarla y que dicho conocimiento lo plasmáramos en el día a día, sino que nos aportó una nueva forma de aprendizaje. Es una experiencia que no habíamos vivido (E5).

En general, consideramos que fue una gran experiencia de aprendizaje el trabajar con series, ya que hace más interesante un tema –la ética– que en otros contextos pudiere resultar aburrido o tedioso (E2).

Fue una manera divertida, entretenida y, sobre todo, útil y acertada (E1).

Con esta forma innovadora de aprender, los estudiantes valoraron que las acciones de los personajes les permitieron tener un espejo en el que podían verse reflejados. Esto facilita tomar conciencia sobre las repercusiones del actuar personal y profesional,

sin verse implicados, pero asumiendo la importancia de la toma de decisiones, lo cual les ayuda a proyectarlas en el propio comportamiento ético.

Pensamos que es más fácil hacernos preguntas difíciles de esta manera, sobre cuestiones relacionadas con la ética, pues al pensarlas en torno a alguien más y no sobre nosotros mismos, se aligera la pesadez de las decisiones y genera una conciencia sobre la coherencia que debemos procurar entre las propias acciones y cómo pensamos o juzgamos las de los demás (E3).

Incluso cuando nos encontremos frente a una situación similar a la del personaje, sabremos cómo actuar, cuáles podrían ser las consecuencias y así poder tomar una decisión de manera medianamente rápida, pero efectiva para nosotros y para los terceros (E1).

[En las series] te identificas con los personajes en cuestión y se trata de imitar o de evitar realizar ciertos actos que el personaje realizó y, por lo tanto, evitar o buscar las consecuencias que pueden llegar a darse (E6).

Las series en televisión son un excelente ejemplo de aprendizaje que lleva a los espectadores a aprender de lo que se ve y expresa en la pantalla y llevarlo a la vida real de manera que no tienen que vivir en carne propia esas experiencias para aprenderlas (E4).

Lo anterior es posible gracias a la empatía que se genera con los protagonistas, debido al seguimiento de un personaje durante todas las temporadas de la serie.

Consideramos que de alguna manera la practicamos [ética de las virtudes] junto con Rachel, aun siendo espectadores, ya que el nivel de empatía que desarrollamos con ella a través del tiempo hacía que en ocasiones proyectáramos nuestros propios deseos o inquietudes, de manera que nos cuestionáramos las decisiones que ella debía de tomar como si fuesen nuestras (E4).

La empatía que tienes por él, hace que adquieras posturas, formas de pensar y formas de ser, que justamente, eso es lo que se busca en esta materia: provocar que la ética que te trasmite un personaje pueda ser adquirida de tal magnitud que pueda llegar a concretizarlo en tu vida diaria (E3).

A pesar de las fortalezas de la estrategia referidas por los estudiantes, también encontraron al menos dos áreas de oportunidad: la primera se refiere al tiempo dedicado a consumir y analizar la

serie, y, la segunda, a la proyección de algunos capítulos durante las sesiones de la clase.

Como comentarios en contra sobre este método de trabajo, encontramos que ver siete temporadas resultó una tarea difícil, especialmente para quienes realizaron los análisis de las últimas, pues tuvieron que ver la serie completa con especial atención, para no perder el hilo del personaje y su desarrollo hasta el punto de comienzo para quien le analiza (E2).

Otro comentario sería que, cuando veíamos episodios durante la clase, en ocasiones quienes ya iban adelantados en ver la serie se aburrían de ver el mismo capítulo, o quienes iban atrasados no entendían bien el hilo de la historia y se perdía el factor sorpresa de escenas decisivas o interesantes (E5).

Pasemos a la segunda categoría, la empatía, que fue el detonante para la adquisición de aprendizajes. Esto se dio a partir de la vinculación de las acciones de los personajes con las experiencias personales y profesionales de los estudiantes en diferentes aspectos, puesto que, al ver las consecuencias de las decisiones ajenas, les resulta más sencillo juzgar la conveniencia o no de esos actos. Entre los aprendizajes adquiridos los estudiantes destacan, en primer lugar, algunos principios éticos de la profesión, como la valoración del cliente, la lealtad institucional y el compromiso social.

Harvey me enseñó a través de cada capítulo, a darlo todo sin ver quién es tu cliente, o quién es el que paga (P8).

El principio de lealtad que tiene con la firma y quien lo rodea me parece que es una característica en la que todos nos podemos ver reflejados (P21).

Rachel es una abogada ética, que no ve por el lucro de la profesión, sino por el bien que puede hacer; ella quiere ser exitosa por el amor a su profesión y no por la retribución o la fama que puede llegar a tener (P4).

Aunado a lo anterior, los estudiantes resaltan algunos aspectos personales en los cuales reflexionaron a partir de la serie, como el fortalecimiento de la vocación profesional, los deseos de mejora, el balance entre la vida personal y profesional y la dedicación al trabajo.

Harvey me deja una personalidad dura, y me deja convencido que el Derecho es una, o, mejor dicho, la herramienta que yo quiero utilizar para hacer lo que esta vida me tiene reservado (P14).

Es un personaje que te genera actitudes de grandeza, de honradez, de querer estudiar cada vez más, de fidelidad, de sinceridad y que tienes que conducirte de forma ética y moralmente, sobre todo con la gente que te rodea (P27).

Me identifico con el personaje de Jessica Pearson en el sentido de que mis objetivos y mis metas van más relacionados con la parte laboral que con la parte personal, es decir, la balanza siempre ha ido más encaminada al trabajo que a las relaciones personales (P11).

Siempre le he dado prioridad a mi vida académica/profesional sobre mi vida personal y la mayor parte de las decisiones que tomo las realizo siempre buscando mi objetivo profesional (P15).

Por lo que hace a la empatía que tengo con este personaje, es enfocada hacia la dedicación laboral que tiene, al igual que Louis, yo encuentro muy importante el esfuerzo laboral y me gusta sobresalir en este ámbito (P28).

Los participantes también destacan el fortalecimiento de las competencias profesionales, como la inteligencia emocional, la toma de decisiones y la transferencia a la práctica.

En la forma en la que reflexiona, muchas veces sí me siento identificada, pues en lugar de pensar racionalmente lo hago de manera sentimental, lo que no resulta beneficioso muchas veces (P17).

Aun cuando la serie puede llegar a exagerar algunas cuestiones de la práctica jurídica, me parece que lo más valioso que aporta son los conflictos éticos a los que se enfrentan los personajes y nos hacen cuestionarnos qué tipo de decisiones tomaríamos nosotros si se nos llegaran a presentar distintas situaciones que nos obligaran a reafirmar nuestros principios (P32).

Particularmente hay algo de Harvey que resuena mucho en mí: el fin justifica los medios. Esa afirmación la adopté como propia puesto que, laboralmente, me sentía inmersa en un contexto en que “los buenos” siempre salíamos perdiendo por actuar con apego a las reglas jurídicas y morales... Ponerme en los zapatos de Harvey, lejos de confirmar ese pensamiento, me ha hecho vislumbrar una realidad distinta (P6).

Mike Ross es un personaje que nos enseña mucho de la ética de las virtudes y también las repercusiones que pueden tener cuando actuamos fuera del marco jurídico de la legalidad, por

lo que nos hace más conscientes de las implicaciones que pueden llevar cuando actuamos de manera ilegal o antiética (P12).

Después del análisis de lo expuesto por los estudiantes en los trabajos finales, cabe resaltar que, desde su punto de vista, la estrategia desarrollada en la asignatura Ética Profesional es valiosa, no sólo por ser pertinente y amena, sino porque promueve la adquisición de aprendizajes significativos gracias a la empatía que los personajes de la serie provocan.

Es por lo anterior que el desarrollo de este trabajo confirma las intuiciones del profesor en torno a la idea de que incorporar al aula situaciones que es necesario problematizar, mostradas en un producto de la cultura popular, promueve el aprendizaje, debido a que brinda experiencias similares a las que los alumnos tienen en su vida cotidiana.

Reflexiones finales

La documentación de esta intervención educativa ha permitido reflexionar sobre el hecho de que incorporar el uso de una serie de televisión para la enseñanza de la Ética Profesional bajo un modelo específico de análisis representa una innovación en la práctica de la docencia universitaria. Esto es así, porque integra los contenidos teóricos a la vida profesional, mediante la vinculación de situaciones que plantean problemas, que están contextualizadas y son contemporáneas a la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, lo cual hace más eficaz la enseñanza de esta disciplina. Lo anterior rompe con el paradigma de una formación universitaria centrada en el desarrollo de profesionales orientados únicamente al saber y al hacer, y rescata la dimensión personal de la profesión.

También es innovadora si se considera que la práctica habitual en la enseñanza del Derecho y de la Ética Profesional del abogado ha sido tradicionalmente enciclopédica, mediante el empleo de la cátedra como único medio para transmitir el conocimiento, y el libro como única fuente de información. Esta intervención educativa, en cambio, vincula la tradición con la innovación al incorporar clases expositivas y lecturas de textos especializados con el uso de un producto de la cultura popular.

Otro elemento de innovación es la estructura específica de la estrategia, al menos por tres razones: la primera es porque relaciona de manera paralela los contenidos teóricos de la asignatura con capítulos específicos de la serie *Suits*; la segunda, porque permite el trabajo individual, grupal y colaborativo de los estudiantes, lo cual favorece la reflexión personal y el intercambio de experiencias; y la tercera, porque, al contar con un modelo específico de análisis, los estudiantes tienen claridad durante todo el semestre sobre los resultados y evidencias de aprendizaje.

En este mismo sentido, la evidencia de aprendizaje entregada por los estudiantes no sólo permite vislumbrar la estrategia como pertinente, eficaz e innovadora, sino que da muestra, además, de la apropiación de contenidos específicos de la asignatura, como, por ejemplo, la idea de asumir que la ética no es un saber teórico sino práctico, la necesidad de tomar decisiones en la vida profesional, la identificación de las virtudes cardinales en los personajes, la importancia de la integridad profesional y de la lealtad institucional, la vinculación del abogado con su cliente y la necesidad del balance entre la vida personal y profesional.

También vale la pena mencionar que esta intervención educativa, además de innovadora, puede considerarse como una buena práctica docente gracias al arduo trabajo de planeación del profesor. Esto queda claro en la vinculación del programa de la asignatura con la serie *Suits*, el desarrollo de un modelo de análisis, la estructura de la estrategia de aprendizaje, así como la organización y el seguimiento de los equipos de trabajo. Sin embargo, para que esta estrategia no pierda pertinencia, es necesaria la continua renovación en torno a la incorporación de otras series, la atención a las recomendaciones de los estudiantes y el manejo de nuevas actividades que refuercen la estructura básica, como puede ser la integración de instrumentos reflexivos de evaluación en los diferentes momentos de la asignatura. Esto facilitaría aún más el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Aparisi, A. (2009). *Ética y deontología para juristas*. Ciudad de México, MX: Porrúa-Universidad Panamericana.
- Bonaut, J., y Grandío, M. (2009). Los nuevos horizontes de la comedia televisiva en el siglo XXI. *Revista Latina de Comunicación Social*, 64, 753-765. doi: 10.4185/RLCS-64-2009-859-753-765
- Campos, S. (2003). *Enseñanza del Derecho y metodología jurídica* (3ª ed.). Ciudad de México, MX: Cárdenas editor.
- Cassetti, F., y Di Chio, F. (1991). *Cómo analizar un film*. Barcelona, ES: Paidós Ibérica.
- Chávez, G. (2014). Ética y formación profesional: experiencias en las UANL. En A. Hirsch y R. López (Coords.). *Ética profesional en educación superior. Finalidades, estrategias y desafíos de la formación*. (pp. 215-231). Ciudad de México, MX: Universidad Autónoma de Sinaloa/Ediciones Del Lirio/Universidad de Valencia/Universidad Autónoma de Baja California/Universidad Católica de Valencia/Universidad Autónoma de Tamaulipas/Universidad Antonio Nariño/Universidad Popular Autónoma del Es-

- tado de Puebla/Universidad Luis Amigó/Universidad de Antofagasta/Instituto Superior de Ciencias de la Educación del Estado de México.
- Cohen, J. (2006). Audience identification with media characters. En J. Bryant y P. Vorderer (Eds.). *Psychology of entertainment*. (pp. 183-197). Nueva Jersey, EUA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cruz, O., Ibañez, F., Lozano, J. A., y Reséndiz, C. (2014). *Lineamientos para un código deontológico de la abogacía mexicana*. Ciudad de México, MX: Instituto de Investigaciones Jurídicas-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Del Campo, E., Puebla, B., e Ivars, B. (2016). Las series de televisión: 'multiverso' objeto de estudio en comunicación. *Index Comunicación* 6(2), 13-19.
- García, A., y González, A. (2016). Emotional culture and TV narratives. En A. García (Ed.). *Emotions in contemporary TV series*. (pp. 13-25). Londres, RU: Palgrave McMillan.
- Hirsch, A. (2003). Elementos significativos de la ética profesional. *Reencuentro*, 38, 8-15.
- Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2017). *Encuesta nacional de consumo de contenidos audiovisuales 2017*. Ciudad de México, MX: IFT. Recuperado de: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/comunicacion-y-medios/encca2017191218vf.pdf>
- López, L., y Nicolás, M. T. (2016). El análisis de series de televisión: construcción de un modelo interdisciplinario. *Revista ComHumanitas* 6(1), 22-39.
- López, R. (2013). Ética profesional en la formación universitaria. *Perfiles educativos*, 35(142), 15-24.
- Lozano, D. (2015). La producción de series de televisión por las Organizaciones de Producción Cinematográficas (OPC) como herramienta educativa. Caso de Estudio CSI: Miami. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 10(2), 196-219.
- McKee, R. (2011). *El guion*. Barcelona, ES: Albatros.
- Merriam, S., y Tisdell, E. (2016). *Qualitative Research: A guide to design and implementation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Muñoz, B. (2012). La importancia de la formación deontológica del abogado contemporáneo en aras del adecuado cumplimiento de su función social. En J. Pampillo y M. Munive (Coords.). *Deontología jurídica*. (pp. 273-311). Ciudad de México, MX: Porrúa/Centro de Investigación e Informática Jurídica.
- Nicolás, M. T., Galbán, S., y Ortega, C. (2017a). *The newsroom*: uso de una serie de televisión para la formación ética de futuros profesionales de la información. *El profesional de la información*, 2, 277-282.
- Nicolás, M. T., Ortega, C., y Galbán, S. (2017b). Television series use in teaching and learning professional ethics in communication. *Journal of communication Media Watch*, 1, 44-58.
- Nicolás, M. T., Quintanilla, C., Padilla, M. A., y Vargas, P. P. (2015). A woman of the 60's caught in a contemporary TV series: Claire Dunphy a housewife in a "Modern Family". *Communication & Social Change*, 3(1), 19-47.
- Padilla, G. (2012). Las series de televisión sobre médicos como ejemplo de enseñanza en nutrición y gastronomía. *Revista Latina de Comunicación Social*, 67, 229-247. doi: 10.4185/RLCS-067-954-229-247
- Pérez, B. (2014). *Deontología jurídica. Ética del abogado y del servidor público*. Ciudad de México, MX: Porrúa.
- Reyes, O. (2018). Diseño de evidencias de aprendizaje con base en los aprendizajes clave esperados, en el contexto de la educación virtual. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 19(10), 70-80.
- Ríos, A. (2015). Educación y formación del jurista en la era de la globalización. En W. Godínez y J. García (Coords.). *Metodologías: enseñanza e investigación jurídicas*.

- (pp. 765-790). Ciudad de México, MX: Universidad Nacional Autónoma de México/ Instituto de Investigaciones Jurídicas/Posgrado de Derecho/ Tecnológico de México.
- Springer, A., y Yelinek, K. (2011). Teaching with the situation: Jersey Shore as a popular culture example in information literacy classes. *Collage & Research Libraries News*, 7(2), 78-118.
- Strauss, A., y Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory*. (2ª ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Surmeli, H. (2012). Examination of the effect of science fiction films on science education students. *Procedia social and behavioral sciences*, 47, 1012-1016. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.06.771
- Tewell, E. (2014). Tying Television Comedies to Information Literacy: A Mixed Methods Investigation. *Journal of Academic Librarianship* 40(2), 134-141. doi: 10.1016/j.aca-lib.2014.02.004
- Vázquez, F. (1996). *Ética, deontología y abogados*. Barcelona, ES: Ediciones Internacionales Universitarias.

Irma Gloria Arregui Eaton. Maestra en Ciencias Educativas del Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Ha participado como asistente de investigación en diversos proyectos de la UABC en la línea de la evaluación educativa. Actualmente se desempeña como docente en educación superior.

Jonathan Cervantes-Barraza. Licenciado en Matemáticas en la Universidad del Atlántico, Colombia. Cuenta con experiencia como profesor de Matemáticas en educación primaria, secundaria y bachillerato. Realizó sus estudios de licenciatura en Matemáticas en la Universidad del Atlántico, es Maestro en Ciencias en el área de Matemática Educativa por la Universidad Autónoma de Guerrero (México) y actualmente cursa el último semestre del doctorado en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa por la misma universidad. Sus líneas de investigación son la argumentación y la prueba matemática, la formación de profesores, la enseñanza de la Geometría y las ecuaciones diferenciales. Ha publicado artículos científicos en revistas indexadas y fungido como revisor de artículos científicos para las mismas. Entre los eventos de talla internacional en los que ha participado están la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (Relme) y el Plan de Mejoramiento Educativo regional (PME-regional).

Alicia Alelí Chaparro Caso-López. Doctora en Análisis Experimental de la Conducta de la Facultad de Psicología de la UNAM. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Sus líneas de investigación son la eficacia escolar, la enseñanza eficaz y la convivencia escolar. Forma parte de la Red Latinoamericana de Convivencia Escolar. Fue coordinadora de la Unidad de Evaluación Educativa de la UABC y, actualmente, se desempeña como investigadora en el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la misma universidad.

José Miguel Cortés Caballero. Estudiante del cuarto semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices en la UPIIH. Es Técnico en Programación por el CBTIS núm. 83. Ha participado en diversos proyectos en las áreas de realidad virtual

y realidad aumentada (RA y RV) que lo han llevado a asistir a competencias locales y nacionales. En noviembre de 2019 recibió el Premio al Mejor *Software* del IPN, en el nivel superior, por su colaboración en el desarrollo de la aplicación móvil en realidad aumentada denominada Motor Engine 3D. Sus intereses se enfocan en el desarrollo de aplicaciones en RA y RV, así como de videojuegos educativos y tecnologías emergentes en la industria y la Educación 4.0 en el campo automotriz.

Diego A. Fabila Bustos. Ingeniero en Biónica por la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) del IPN. En 2008 obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco (ESIME Zac-IPN) en 2010 y el grado de Doctor en Comunicaciones y Electrónica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán (ESIME Cul-IPN) en 2014. Actualmente se desempeña como docente e investigador en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Hidalgo (UPIIH-IPN). Su área de investigación es el desarrollo de proyectos empleando tecnologías emergentes como realidad virtual y aumentada, así como el desarrollo de instrumental electrónico y fotónico enfocado al área médica.

María Lisseth Flores Cedillo. Profesora-investigadora en la División de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital desde hace 15 años. Es Maestra en Ciencia de la Ingeniería Mecánica y Doctora en Ingeniería y Ciencia de los Materiales. Es candidata a miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt. Cuenta con el Perfil Deseable PRODEP y es líder del Cuerpo Académico de Ingeniería Industrial del ITSSLP,C. Colabora con diversos grupos de investigación de Ingeniería Tisular y de desarrollo tecnológico que tienen un impacto en las diferentes áreas estratégicas del país.

Sara Elvira Galbán Lozano. Candidata a investigadora nacional del Sistema Nacional de Investigadores; profesora-investigadora de la Escuela de Pedagogía de la Universidad Panamericana, campus México. Es Doctora en Pedagogía por la Universidad de Barcelona, España; Maestra y Licenciada en Pedagogía por la Universidad Panamericana. Sus líneas de investigación: actores y procesos de la práctica educativa; práctica y enseñanza reflexiva; grupos de investigación; educación, instituciones e innovación; el Consejo Mexicano de Investigación Educativa (Comie); la Red Mexicana de Investigadores de la Investigación Educativa (RedMIIE); la Red Internacional sobre Enseñanza de la Investigación (RISEI) y la plataforma internacional práctica reflexiva.

Macaria Hernández Chávez. Licenciada en Química por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Obtuvo el grado de Maestra en Ciencias por la Facultad de Química de la UNAM y actualmente es Doctora en Ciencias de los Materiales por la UAEH. Trabaja como profesora-investigadora de tiempo completo en la UPIIH en los programas de Ingeniería en Sistemas Automotrices e Ingeniería Mecatrónica. Sus áreas de interés son el desarrollo de aplicaciones en realidad aumentada y en realidad virtual; los videojuegos como recurso de la enseñanza-aprendizaje y la Educación 4.0.; la síntesis y caracterización de nuevos materiales, biocombustibles y desarrollo del tejido sintético óptico.

Luis F. Hernández Quintanar. Ingeniero en Biónica por la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) del IPN; Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco (ESIME Zac-IPN) y Doctor en Comunicaciones y Electrónica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacan (ESIME Cul-IPN). Actualmente, se desempeña como docente e investigador en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Hidalgo (UPIIH-IPN). Su área de investigación es el desarrollo de proyectos empleando tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, la ciencia de datos y el desarrollo de instrumental electrónico y fotónico enfocado en el área médica.

José Eduardo Mejía Villegas. Estudiante del cuarto semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Hidalgo (UPIIH) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Sus intereses se enfocan en el diseño automotriz en *software* CAD y en tecnologías emergentes en la Industria y la Educación 4.0 en el campo automotriz.

Armando Morales Carballo. Doctor en Ciencias, con especialidad en Matemática Educativa. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), nivel C, y del Padrón Estatal de Investigadores-Guerrero. Cuenta con el Perfil PRODEP y es evaluador PRODEP 2018. También es miembro del cuerpo académico en consolidación de Epistemología y Didáctica de la Matemática. Cuenta con experiencia como profesor-investigador en los niveles educativos de licenciatura, maestría y doctorado de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero. Ha publicado 14 artículos en revistas arbitradas e indexadas, 11 ponencias en memorias y 2 capítulos de libro. Ha dirigido 20 tesis, tanto de licenciatura, de maestría y de doctorado y participado como ponente en eventos nacionales e internacionales.

María Teresa Nicolás Gavilán. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I y profesora-investigadora de la Escuela de Comunicación de la Universidad Panamericana, Campus México. Es Doctora en Comunicación y Maestra en Ciencias Políticas y Sociales por la Universidad de Navarra, España, y Licenciada en Derecho por la Universidad Panamericana. Sus líneas de investigación son la ética de la comunicación, los valores en las series de televisión y la cobertura de conflictos y el *peace journalism*. Es miembro del Working Group Ethics of Society and Ethics of Communication de la International Association of Media Communication Research (IAMCR), y líder de la red temática de investigación: El ADN de las series.

Joan Sebastián Ordoñez-Cuastumal. Licenciado en Matemáticas y Física de la Universidad del Valle, cuenta con experiencia como profesor de secundaria, bachillerato y universidad. Realizó sus estudios de licenciatura en la Universidad del Valle en Cali, Colombia; es Maestro en Ciencias en el área de Matemática Educativa por la Universidad Autónoma de Guerrero (México) y actualmente es profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Occidente en Cali, Colombia. Las líneas de investigación de su interés son la argumentación y la prueba matemática, el razonamiento covariacional, la formación de profesores y la resolución de problemas en el contexto de la educación superior.

Lya Adlih Oros-Méndez. Doctora en Gerencia y Política Educativa; Maestra en Administración y licenciada en Mercadotecnia. Aparte de su labor como profesora-investigadora en la División de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital y subdirectora Académica de la misma institución, es consultora en Marketing. Cuenta con el Perfil Deseable PRODEP y es candidata a miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt. Forma parte del cuerpo académico en consolidación de Ingeniería Industrial del ITSSLP,C. Ha colaborado en diversos grupos de investigación enfocados en la Industria 4.0 y publicado diversos artículos científicos.

Claudia Fabiola Ortega Barba. Candidata a investigadora nacional del Sistema Nacional de Investigadores. Profesora-investigadora de la Escuela de Pedagogía de la Universidad Panamericana, Campus México. Es Doctora en Pedagogía por la Universidad Nacional Autónoma de México; Maestra y Licenciada en Ciencias de la Comunicación por la misma universidad. Entre sus líneas de investigación se encuentran las mediaciones tecnológicas en procesos educativos para la innovación e investigación de la investigación educativa; los grupos de investigación; la educación, las instituciones y la innovación. Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE). Red Mexicana de Investigación sobre la Inves-

tigación Educativa (RedMIIE). Red Internacional sobre Enseñanza de la Investigación (RISEI).

Víctor Herminio Palacio Muñoz. Doctor en Administración de Empresas con especialidad en Economía Internacional por la Newport University (EUA) y, de 1987 a 1988, fue candidato a doctor en Urbanismo por la UNAM. Es Maestro en Urbanismo (UNAM) y Licenciado en Economía por el Instituto Politécnico Nacional. Ha impartido más de 100 cursos en los niveles de preparatoria, licenciatura, maestría y doctorado. Cuenta con 46 libros publicados, 145 artículos en revistas nacionales y extranjeras con y sin arbitraje y 45 capítulos de libros. Ha participado en 30 congresos nacionales e internacionales. Fue miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2001 hasta 2012.

Ángel Admin Pérez Martínez. Estudiante del cuarto semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices en la UPIIH. Es técnico en programación por el CBTIS núm. 83. Ha participado en diversos proyectos en el área de realidad virtual y realidad aumentada (RA y RV) gracias a los cuales ha asistido a competencias locales y nacionales. En noviembre de 2019 recibió el Premio al mejor *Software* del IPN, en el nivel superior, por su colaboración en el desarrollo de la aplicación móvil en realidad aumentada denominada Motor Engine 3D. Sus intereses se enfocan en el desarrollo de aplicaciones en RA y RV, así como en desarrollar videojuegos educativos y tecnologías emergentes en la industria y la Educación 4.0 en el campo automotriz.

Anniara Ramos Avilés. Licenciada en Psicología, especialista de posgrado en Docencia en Psicopedagogía. Se desempeñó como profesora de tiempo completo en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, del 2009 al 2019. Actualmente estudia la maestría en Investigación y Desarrollo de la Educación en la Universidad Iberoamericana de Ciudad México. Desarrolla investigaciones en las temáticas de autoeficacia percibida, actitudes de inclusión y exclusión de los docentes y rendimiento académico.

Rogel Fernando Retes-Mantilla. Doctor en Ciencias Económicas por el Colegio de Postgraduados y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1, del Conacyt. Cuenta con el Perfil deseable ante el PRODEP. Es líder del Cuerpo Académico en Competitividad y Cadena de Suministro. Ha participado en varios congresos nacionales e internacionales, en proyectos de desarrollo tecnológico convocados por el Comecyt. Está certificado en Logística y Cadena de Suministro por la Asociación Mexicana de Logística. Es coordinador de la Incubadora Tecnológica de Empresas del Centro de Cooperación Academia Industria del CCAI-TESCO y PTC. Titular A en el Tecnológico de Estudios

Superiores de Coacalco. Cuenta con varios artículos científicos publicados.

Ángel Luis Rodríguez Morales. Doctor en Ingeniería por la Universidad Nacional Autónoma de México. Durante sus estudios de posgrado, realizó investigaciones en visión artificial, robótica médica, inteligencia artificial y control de robots por servo-visión, entre otros. Colaboró con la Universidad Veracruzana en la Facultad de Ingeniería y el Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología (Microna) desarrollando sensores de campo magnético para diversas aplicaciones. Fue coordinador del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales en el CFATA. Actualmente es académico del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la UNAM, donde dirige el grupo de investigación de detección de patologías mamarias llevando a cabo desarrollos tecnológicos de impacto social.

Eugenio Eliseo Santacruz De León. Doctor en Problemas Agroindustriales por el Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Es integrante del Grupo de Investigaciones Interdisciplinarias en Estudios Socioambientales (GIIES) de la UACH. Sus líneas de investigación son los problemas y conflictos socioambientales, la agricultura y las TIC: acceso a la información productiva.

José Téllez Estrada. Ingeniero mecánico electricista por la UASLP; Maestro en Manufactura Avanzada por el CIATEQ, programa PNPC. Integrante del cuerpo académico en consolidación de Ingeniería Industrial del ITSSLP,C. Cuenta con el Perfil deseable PRODEP. Colabora en un proyecto financiado por el Tecnológico Nacional de México en 2019. Participa en la gestión y el desarrollo de un proyecto financiado por la SEP por medio de la DSA en 2016. Fue jefe interino de la División de Ingeniería en Administración en el ITSSLP,C, de septiembre de 2015 a marzo de 2017.

Alfonso Vargas López. Candidato a Doctor en Economía y Maestro en Economía por la Facultad de Economía, División de Estudios de Posgrado de la UNAM; Licenciado en Economía por el Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con los siguientes diplomados: Administración y Prácticas Parlamentario (INAP); Estudios sobre la Ciudad de México, del Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad de México (UNAM); Formación y Actualización Docente (IPN); y Formación Tecnológico Ambiental para la Sustentabilidad (IPN). Es coautor del Capítulo II, "Teoría neoclásica: el precio de los bienes ambientales" del libro *De la Economía Ambiental al Desarrollo Sustentable*, coordinado por Américo

Saldívar y publicado por la UNAM-Facultad de Economía-Programa Universitario del Medio Ambiente. Es jefe del Departamento de Economía Política de la Escuela Superior de Economía y coordinador académico del Seminario Repensar la Economía (Red de Seminarios Repensar del IPN). Sus líneas de investigación son el desarrollo sustentable, ciudades y sustentabilidad, y cómo repensar la economía.

Annia Esther Vizcaino Escobar. Doctora en Ciencias Psicológicas, especialista en Psicología Educativa y máster en psicopedagogía. Es profesora titular, miembro de la comisión nacional de la carrera de Psicología y directora del proyecto nacional “Aprendizaje, Enseñanza y Desarrollo personal en instituciones escolares”. Se ha desempeñado como jefe de departamento, vicedecana docente, vicedecana de investigación y posgrado de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba. Actualmente es coordinadora del programa de Doctorado en Ciencias Psicológicas y presidente del comité científico del Simposio Internacional Psicología y Desarrollo Humano. Desarrolla investigaciones en las temáticas de epistemología personal, autoeficacia, atribuciones causales, competencias, liderazgo educativo y rendimiento académico.

Objetivos de la revista

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. *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 Coordinación Editorial 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 cuarta 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, limitaciones 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.ed.rie@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 fourth 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 *Ex-libris*.

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.iissue.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.ed.rie@gmail.com, with a copy to innova@ipn.mx.



www.innovacion.ipn.mx