

# INNOVACIÓN EDUCATIVA

Volumen 21

# 87

■ CUARTA ÉPOCA ■

septiembre-diciembre, 2021

september-december, 2021

ISSN 1665-2673

EN LA SECCIÓN ALEPH

## Metodologías de enseñanza para la formación profesional asistida con tecnologías digitales

Teaching methodologies for professional training assisted with digital technologies

ABRAHAM O. VALENCIA FLORES MIGUEL ÁNGEL ROBLES COLINA ARMANDO MORALES CARBALLO  
ANGIE DAMIÁN MOJICA FLAVIO ORTEGA MUÑOZ GUILLERMINA ÁVILA GARCÍA  
FABIOLA ESCOBAR MORENO LILIANA SUÁREZ TÉLLEZ MARÍA EDITH DÍAZ BARAHONA  
MARIO JOSÉ MARTÍN PAVÓN NARA ALEGRE MACARENA NADAL FLORENCIA ROSSO MARÍA ISABEL POZZO  
ELENA FREIRE GARD ISAÍAS MIRANDA VIRAMONTES



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



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

# INNOVACIÓN

E D U C A T I V A

Volumen 21

# 87

■ CUARTA ÉPOCA

septiembre-diciembre, 2021

september-december, 2021

ISSN 1665-2673

SECCIÓN ALEPH

## Metodologías de enseñanza para la formación profesional asistida con tecnologías digitales

Teaching methodologies for professional training assisted with digital technologies

### 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»

IRESE

Registrada en los catálogos HELA y CATMEX

Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico del CSIC y UNIVERSIA

Matriz de Información para el Análisis de Revistas

La Referencia

CRUE-REBIUN

Publindex



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

Número de certificado de reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derecho de Autor: 04-2006-053010202400-102. Número de certificado de licitud de título: 11834. Número de certificado de licitud de contenido: 8435. Número de ISSN: 1665-2673. ISSN digital: 2594-0392.

#### INDIZACIÓN

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

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

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

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

Tiraje: 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, social and behavioral sciences. *Innovación Educativa* is a journal regulated by the ethics of scientific publications expressed by the Committee of Publication Ethics, COPE, and participates in the initiative for non-commercial open access, and thus does not charge any fees or embargo for its contents. It is published by the Directorate of Educational Training and Innovation of the Academic Secretariat of the Instituto Politécnico Nacional, Mexico.

Number of reserve certificate given by the Instituto Nacional de Derecho de Autor: 04-2006-053010202400-102. Number of certificate of title lawfulness: 11834. Number of certificate of content lawfulness: 8435. ISSN Number: 1665-2673. Digital ISSN: 2594-0392.

#### INDEXING

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

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

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

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

Print run: 500 copies

# Contenido

	Editorial	5
	▶ José Jacobo Gómez Quiroz	
<b>[ ALEPH ]</b>	Estrategia didáctica fundamentada en el uso de GeoGebra para mejorar la comprensión del concepto de semejanza de triángulos	11
	Didactic strategy based on the use of GeoGebra to improve the understanding of the concept of similarity of triangles	
	▶ Armando Morales Carballo y Angie Damián Mojica	
	Evaluación del perfil de egreso en estudiantes de Maestría en Educación de Durango	35
	Evaluation of the graduate profile in Durango Master of Education students	
	▶ Flavio Ortega Muñoz	
<b>[ INNOVUS ]</b>	Enseñanza de los vectores con la red de actividades del pararrayos. Un Estudio de Clases virtual en Ingeniería Química Industrial	55
	Teaching of vectors with the activity network of the Lightning Rod. A Study of Virtual Classes in Industrial Chemical Engineering	
	▶ Fabiola Escobar Moreno, Guillermina Ávila García y Liliana Suárez Téllez	
	El muralismo en el IPN: ciencia, técnica y revolución en la construcción de un imaginario institucional	77
	Muralism in the IPN: science, technique and revolution in the construction of an institutional imaginary	
	▶ Abraham O. Valencia Flores y Miguel Ángel Robles Colina	
	Factores personales que inciden en el rendimiento académico de programas de bachillerato virtuales	101
	The influence of personal factors in academic achievement in virtual high school programs	
	▶ María Edith Díaz Barahona y Mario José Martín Pavón	
	El trabajo documental de un futuro profesor de matemáticas al incorporar un Applet de geometría	127
	The documentary work of a prospective mathematics teacher incorporating a geometry Applet	
	▶ Elena Freire Gard e Isaias Miranda Viramontes	
	Percepción de desempeño en la escritura académica de estudiantes de Ingeniería en una universidad pública argentina	155
	Perception of performance in academic writing of engineering students in an Argentine public university	
	▶ Nara Alegre, Macarena Nadal, Florencia Rosso y María Isabel Pozzo	
	Colaboradores	171
	Lineamientos 2021	181
	Guidelines 2021	184

**DIRECTOR**

David Jaramillo Viguera

**EDITOR EN JEFE / EDITOR IN CHIEF**

José Jacobo Gómez Quiroz

**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 Vitale**  
Universidad de la Empresa, Uruguay

**Lizette Ramos de Robles**  
Universidad de Guadalajara, México

**Antonio Rivera Figueroa**  
Cinvestav, México

**Hernando Roa Suárez**  
Universidad de Santo Tomás, Colombia

**Carlos Roberto Ruano**  
United Nations, World Food Program

**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

**Attíya 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\***  
ISJUE, 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 Pluvinage**  
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

**Guadalupe Cantú Morales**  
Asistente Ejecutiva  
Assistant to the editor

**Beatriz Arroyo Sánchez**  
Asistente Ejecutiva  
Executive Assistant

**Mario de Jesús Morales Castro**  
Corrector de Estilo  
Proof reader

**Eduardo Martínez Guerra**  
Coordinador de edición  
Manager of the editing

## Metodologías de enseñanza para la formación profesional asistida con tecnologías digitales

En este número reflexionamos acerca de las transformaciones en el trabajo de los procesos formativos que se dan por el incremento del uso de recursos y sistemas digitales, para afrontar las tendencias en las metodologías, didácticas y pedagogías acorde con los enfoques que se posicionan como preponderantes en los sistemas educativos en la región. Estos enfoques priorizan la extensión del currículum escolar sobre la identificación de las prioridades de los sectores productivos, tomando en cuenta la disposición de grandes flujos de información y la colaboración remota que puede reforzar el vínculo entre los sistemas educativos y las áreas de absorción de la población escolar en formación, principalmente de los niveles medio superior y superior, pero que incluye también a los niveles básico y medio básico para la formación propedéutica en los diferentes campos del conocimiento.

En esta perspectiva de extensión curricular, la relevancia del desarrollo de las habilidades blandas en la construcción de las competencias, relacionadas con las emociones, las características psicológicas y vinculatorias para el desarrollo integral de los individuos, representa un desafío para los agentes involucrados en la formación, como son las instituciones, desde la relación en las aulas, en sus diferentes esquemas, que oscilan entre lo virtual —durante los últimos meses— y el progresivo retorno a los espacios educativos.

De esta manera, proponemos orientar el trabajo docente hacia la incorporación de metodologías innovadoras que propicien nuevas formas de trabajar el aula, dando una relevancia al papel de los estudiantes como eje nuclear, acompañados de un rol docente caracterizado por el fortalecimiento de los procesos cognitivos, determinados por la relación pedagógica en los nuevos esquemas de trabajo escolar, los cuales implican una constante adaptación y apropiación de las metodologías determinadas como preponderantes al cumplimiento de los objetivos de formación, en función de la diversidad de modalidades, enfoques y niveles educativos.

En el presente número se realiza un abordaje analítico de diversas experiencias de investigación que orientan sus resultados a la identificación de metodologías y esquemas de trabajo en la formación educativa, a partir de esquemas docentes en diferentes campos epistémicos. Se visualiza una propuesta didáctica para la comprensión del concepto de semejanza de triángulos, en el nivel medio superior, por medio de la fundamentación teórica y meto-

dológica, con base en la resolución de problemas, vista como objeto de enseñanza en los procesos de comprensión de conceptos matemáticos, contribuyendo con una propuesta distinta a la clásica para la actividad de enseñanza y aprendizaje de este contenido en el nivel indicado.

En este número también se analiza un estudio exploratorio de la percepción de estudiantes y docentes sobre el perfil de egreso, partiendo de la pertinencia y orientación, de acuerdo con la trayectoria formativa y el objetivo curricular, con base en el contexto de desarrollo de la generación en el estado de Durango, México.

Por otra parte, se presentan los resultados de la investigación realizada en clases virtuales en la temática de vectores, a partir de la metodología de resolución de problemas para favorecer la contextualización y vinculación en física y matemáticas, con las condiciones laborales en donde se ponen en práctica los fundamentos de estos campos del conocimiento, con base en la innovación didáctica y las herramientas de la investigación para el desarrollo de los procesos de enseñanza.

En lo correspondiente al campo de las humanidades, presentamos un artículo que expone una visión general del muralismo en el IPN, analizando aspectos conceptuales, pedagógicos, artísticos y técnicos en la construcción del imaginario institucional, sobre la patria e identidad nacional como ejes de la pertinencia politécnica, como constructo del legado histórico de la institución en el sistema educativo nacional.

Se exponen los resultados de un estudio que identifica la influencia de los factores personales en el rendimiento académico de estudiantes de nivel medio superior en modalidad virtual, estableciendo como factores el abordaje de hábitos de estudio, habilidad verbal, habilidad matemática, habilidad en el uso de las TIC, motivación y autoconcepto académico para el logro de las competencias, a partir de la trayectoria formativa en un contexto de trabajo remoto del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En línea con las modalidades virtuales de trabajo escolar, se presenta un estudio sobre formas didácticas con el uso de tecnologías digitales en el aula, como elementos de reemplazo, ampliación y transformación del proceso de enseñanza, en el campo de las matemáticas, estableciendo su incorporación en los procesos de planificación, implementación didáctica y análisis de resultados con base en los objetivos curriculares, de acuerdo al nivel educativo y el campo del conocimiento.

Finalmente, el número presenta los resultados de un estudio que aborda el desempeño de estudiantes de ingeniería en la escritura académica, a partir de la autopercepción y la de los docentes, identificando logros y dificultades con base en la labor de informar, usar terminología y argumentar de forma precisa y con claridad, de acuerdo con la implementación de la metodología de estudio de casos en una institución de nivel superior en el contexto argentino.

De esta manera, el número 87 busca sumar una serie de ideas y propuestas para la discusión sobre las metodologías, recursos y formas de instrumentación que sustentan los procesos de enseñanza y aprendizaje en el contexto de la educación media superior y superior, a partir de experiencias de implementación y resultados obtenidos por medio de la investigación educativa.

Desde ya, agradecemos el interés por participar en el presente número, reiterando el compromiso de *Innovación Educativa* como un espacio de divulgación de la producción de conocimiento científico para la intervención de las problemáticas educativas, con la finalidad de propiciar elementos para la toma de decisiones que beneficien a nuestras generaciones en formación a nivel local, regional y global.

JOSÉ JACOBO GÓMEZ QUIROZ  
Editor responsable de *Innovación Educativa*



**[ ALEPH ]**



# Estrategia didáctica fundamentada en el uso de GeoGebra para mejorar la comprensión del concepto de semejanza de triángulos

Armando Morales Carballo  
Angie Damián Mojica

Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero

## **Resumen**

En este trabajo se describen los resultados de la puesta en práctica de una propuesta didáctica para la comprensión del concepto de semejanza de triángulos en el preuniversitario. La fundamentación teórica y metodológica se sustentó en los aportes de la resolución de problemas vista como objeto de enseñanza, en el uso del *software* GeoGebra como recurso heurístico y en los procesos de comprensión de conceptos matemáticos.

Como resultado de la implementación de la propuesta, se reconoció que, mediante el alcance de las etapas de comprensión, los estudiantes lograron identificar las condiciones dadas como premisas y, a través de su tratamiento mediado por el uso del *software*, alcanzaron las exigencias del planteamiento, lo que permite establecer que, en dicho proceso, se generaron las condiciones para la comprensión del concepto de semejanza de triángulos. Con este trabajo se contribuye, con una propuesta distinta a la clásica, para la actividad de enseñanza y aprendizaje de este contenido en el nivel indicado.

## **Palabras clave**

Comprensión, problema, propuesta didáctica, semejanza, *software* GeoGebra.

## Didactic strategy based on the use of GeoGebra to improve the understanding of the concept of similarity of triangles

### **Abstract**

This paper describes the results of the implementation of a didactic proposal for the understanding of the concept of similarity of triangles in pre-university. The theoretical and methodological foundation was based on the contributions of problem solving seen as an object of teaching, on the use of GeoGebra *software* as a heuristic resource and on the processes of understanding mathematical concepts.

As a result of the implementation of the proposal, it was identified that through the scope of the understanding stages, the students were able to identify that the conditions given as premises and through their treatment mediated using the *software* allowed them to establish the requirements of the approach, which allows establishing that in this process the conditions for the understanding

### **Keywords**

Understanding, problem, didactic proposal, similarity, GeoGebra *software*.

**Recibido:** 31/01/2021

**Aceptado:** 15/11/2021

of the concept of similarity of triangles were generated. This work contributes with a proposal different from the classical one for the teaching and learning activity of this content at the indicated level.

## Introducción

El concepto de semejanza y, en particular, la semejanza de triángulos es fundamental para el estudio y adquisición de conocimientos de la Geometría en el nivel básico de secundaria, preuniversitario y universitario, en carreras profesionales de matemáticas, al menos en México. Las dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje en torno a la semejanza han generado diversas problemáticas que afectan la comprensión de los estudiantes sobre este contenido, tanto en la parte conceptual, procedimental como en el de sus aplicaciones.

En este trabajo se describe la puesta en funcionamiento de una estrategia didáctica para la comprensión del concepto de semejanza de triángulos a nivel preuniversitario, esta propuesta se fundamentó en la resolución de problemas vista como objeto de enseñanza y en el uso del *software* GeoGebra. Metodológicamente, el trabajo fue desarrollado en etapas que inciden en la comprensión de dicho concepto y en ellas se destacó el uso del recurso heurístico que potencializó el *software* dinámico.

La presente investigación asume que la importancia del estudio de la semejanza, como objeto de estudio en el nivel preuniversitario, está dada por las dificultades de su enseñanza y aprendizaje reportadas en las investigaciones en el campo de la educación matemática, al igual que por el lugar que ocupa este concepto en el estudio de la geometría como eje articulador (Nolasco-Hesiquio *et al.*, 2016) de otros contenidos, por ejemplo: la proporcionalidad y el teorema de Thales, las propiedades de la semejanza y de los fundamentos que tributan en otras propiedades como aplicación del concepto de semejanza de triángulos.

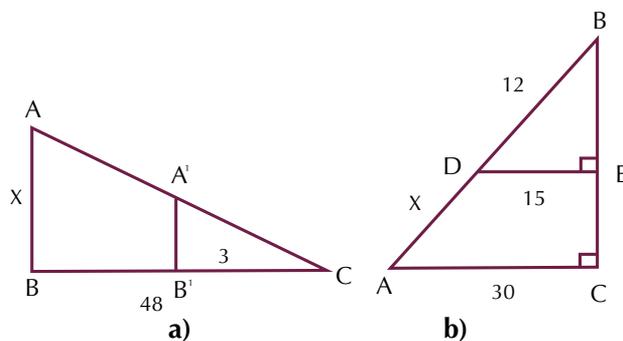
## Antecedentes

### *Investigaciones en el campo de la matemática educativa sobre el concepto de semejanza y dirigidas hacia el profesor*

Nolasco-Hesiquio *et al.* (2016) reportaron el caso de un profesor en el que dan cuenta de cómo éste desarrolla su actividad de enseñanza del contenido de semejanza de triángulos con estudiantes del preuniversitario. La investigación tuvo como fundamento la articulación del método etnográfico con la perspectiva interaccionista y análisis

sis del discurso para la interpretación de procesos de intercambio en el aula para la enseñanza media universitaria. En las producciones que los investigadores documentaron, se identifica que la actividad propuesta por el profesor a sus estudiantes versó sobre la aplicación del concepto de semejanza, particularmente indicó a los educandos que determinarían la cuarta proporcional; sin embargo, como se muestra en las *figura 1a*) la situación que propuso el docente a sus alumnos presenta errores conceptuales, es decir, con los datos dados no se puede determinar la longitud indicada con la literal  $x$  (cuarta proporcional). Sobre esta situación, ningún estudiante propuso alguna solución, en la interacción alumnos-maestro se pudo identificar que, tanto en los educandos como en el docente, hay ausencia de dominio conceptual y de tipo procedimental asociado al concepto de semejanza de triángulos y sus propiedades.

**Figura 1.** Trazo de un triángulo rectángulo.



Nota: Tomado de Nolasco-Hesiquio *et al.* (2016).

En el desarrollo que siguió el profesor (estudio de caso), no se logró identificar cómo cambió de formulación de la situación inicial a un nuevo planteamiento y conducción, como se muestra en la *figura 1b*). A pesar de que en la nueva formulación se da información coherente para el cumplimiento de las condiciones necesarias que posibilitan determinar la cuarta proporcional, en las producciones de los estudiantes se identificaron planteamientos incorrectos, por ejemplo, la mayoría de los alumnos coincidieron en que la proporción

$$\frac{15}{12} = \frac{30}{x}$$

es el planteamiento correcto para determinar el valor de  $x$ , lo cual es falso. Esta situación da cuenta de que, para este docente, la parte procedimental juega un papel más importante que lo

conceptual, tal y como se ha identificado en las producciones que emergieron en el trabajo que proyectó ante sus alumnos.

Por otra parte, los investigadores antes citados también concluyeron que en general los profesores hacen evidente que las acciones como la demostración y la argumentación tienen poco peso en las clases en comparación con las acciones de exposición oral, el interrogatorio y la explicación a través de ejemplos. Organizan el contenido asociado al concepto de semejanza desde una cierta influencia dentro de la relación intrafigural, en donde se encuentra ausente la idea de transformar una figura en otra. A este respecto, Escudero (2005) establece que la definición actual de semejanza de triángulos presentada en los textos aparece muy elaborada como consecuencia de las numerosas generalizaciones realizadas a lo largo de los siglos.

Godino *et al.* (2018) en su investigación analizaron una actividad dirigida a la formación de profesores de matemáticas. El diseño se basó en la descripción y valoración de conocimientos puestos en juego en un episodio de clase videograbada, en la que el profesor gestiona el estudio de la semejanza de triángulos con un grupo de estudiantes de secundaria. Las herramientas de análisis que utilizaron fueron tomadas del modelo de Conocimiento y Competencias Didáctico-Matemáticas (CCDM).

Los resultados encontrados revelaron que el profesor debe plantearse como problema y actividad fundamental la aplicación del teorema de Thales, para justificar la semejanza de triángulos y poder aceptar la relación de proporcionalidad entre las longitudes de los lados homólogos del problema estudiado: “Si la longitud de la sombra de un árbol es de 12 m y la de un poste de 1.5 m es de 2.25 m, ¿cuál es la altura del árbol?” También se identificó que es necesaria la formulación de conjeturas por los propios estudiantes, no incluir la aplicación de un procedimiento ya ejercitado antes y evitar la resolución de tareas mediante aplicación mecánica de la regla de tres.

Los investigadores destacan que hace falta reconocer el papel de los procesos matemáticos, las conexiones matemáticas, proporcionalidad y función lineal, teorema de Thales y semejanza de triángulos, ya que este reconocimiento permitirá al profesor no sólo darle peso a la actividad de cálculo, sino también al trabajo de tipo conceptual en torno a la situación de estudio y al proceso de aprendizaje del alumno; la generación de las condiciones para acceder a este conocimiento lo pondrá en circunstancias para favorecer su comprensión acerca de la semejanza; situación que no se logró identificar desde la actividad del docente en esta investigación de referencia.

Otra indagación importante sobre el estudio de la semejanza es la que desarrolló Escudero (2005), en este trabajo se exploró el conocimiento que tienen sobre el tema dos profesores de secundaria. De manera particular, interesó conocer la integración que

se produce entre el conocimiento de la materia (organización del contenido y aproximación al concepto) y el aprendizaje pedagógico (modos de representación y su uso, demanda cognitiva que favorecen las tareas, entre otras). Como elementos de análisis se consideraron los siguientes:

1. Aproximación al concepto de semejanza, dentro de éste; destaca la relación intrafigural y la transformación geométrica.
2. El tipo de actividad que se solicitó en las tareas se refieren al cálculo, la comparación, la construcción y la demostración, esencialmente.
3. Los modos de representación y su uso se conciben como posibilidades semióticas de representar el contenido, dentro de éste los considerados son: lenguaje natural, figurativo, numérico/simbólico, situación y material concreto.
4. Aprehensión que se favorece para describir cuál es la aportación intuitiva de la figura en un problema geométrico, se han considerado los siguientes tipos: perceptual, operativo, secuencial y discursivo.

Tomando como base estos elementos, la investigadora concluye que uno de los profesores organizó el contenido matemático a través de dos núcleos principales, el teorema de Thales y la semejanza de figuras (triángulos y polígonos semejantes), además los colocó en un mismo nivel de relevancia. Destaca que el profesor se aproxima al concepto de semejanza dentro de la relación intrafigural (considerando aspectos de proyección y homotecia con las razones correspondientes y la diferenciación entre razón interna y externa) cuando aborda la semejanza de triángulos y dicha relación se amplía a la transformación geométrica, cuando estudia la semejanza de polígonos.

La forma en la que el profesor (objeto de estudio de la investigación de referencia) prepara el contenido de la semejanza, obliga a la búsqueda de planteamientos teóricos y metodológicos, así como al estudio de la evolución histórica como actividad esencial que favorece los procesos metodológicos para la enseñanza y el aprendizaje de este contenido de la geometría.

Dündar y Gündüz (2017) realizaron una investigación en la que se plantearon como objetivo: examinar el nivel de conocimiento conceptual sobre los conceptos de semejanza y congruencia en futuros profesores de matemáticas. Luego de la realización de actividades con 46 profesores, los investigadores concluyeron que los futuros maestros tienen éxito en preguntas de conocimiento conceptual, pero tienen dificultades en los problemas donde se solicita justificar los aprendizajes. Existe una relación entre niveles de conocimiento teórico y el argumento estándar de los futuros maestros, así como dificultades para proponer y

resolver problemas de la vida cotidiana aplicando la congruencia y la semejanza.

Estas dificultades encontradas en los futuros profesores refuerza la tesis de que hoy en día no es suficiente la realización de trabajos de investigación dirigidos hacia el alumno o hacia el currículum, sino que es fundamental orientar la investigación hacia el estudio del docente o futuro docente, esto con la finalidad de contar con elementos que complementen la descripción de la problemática que se relaciona con la comprensión conceptual, el caso de la semejanza de triángulos.

### *Investigaciones en el campo de la matemática educativa sobre la semejanza, dirigidas hacia el estudiante*

Briseño y Alamillo (2017) destacan que los estudiantes de secundaria presentan dificultades para la comprensión del concepto de semejanza de figuras geométricas; por ello, plantean que la utilización del tangram -el cual consiste en “un rompecabezas (juego tradicional chino) un cuadrado dividido en siete piezas (un paralelogramo, un cuadrado y cinco triángulos) que pide ordenar estas piezas para lograr diseños específicos”-, favorece la identificación de relaciones de semejanza a partir de la manipulación y construcción de figuras geométricas. Los autores establecen que el uso excesivo de la memorización y aplicación de fórmulas carecen conceptualmente de significado para el estudiante. Para incidir en la problemática detectada, elaboran un conjunto de actividades según los medios didácticos que establece la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD), situaciones de acción, formulación, validación e institucionalización. Luego de llevar a cabo las actividades con 16 alumnos de nivel secundaria, encontraron que los datos en cada situación son representativos e indican que: el estudiante comprende la noción de semejanza con el uso del tangram al utilizar prácticas de medición y comparación de figuras. Por ejemplo, en la situación de acción, reportaron que su uso favoreció la interacción del alumno con sus compañeros, dando lugar al proceso de comprensión de la noción de semejanza, puesto que, al medir las figuras que conformaban el tangram, tenían un primer acercamiento con los elementos de la geometría, como ángulos y medida de los lados. Concluyeron que, los estudiantes del nivel indicado desarrollan la noción de semejanza, si se les proponen actividades en las que utilicen prácticas de medición y comparación de figuras geométricas, ya que establecen que, en esos desarrollos, se podrán construir ideas sobre la razón de lados proporcionales y semejanza. Finalmente, consideran que el trabajo realizado queda limitado en cuanto al seguimiento del desarrollo con los estudiantes, cuando éstos se encuentren en grados escolares posteriores.

Sanabria (2018) identificó en estudiantes de octavo grado (segundo de secundaria en México) dificultades en la formulación y resolución de problemas que involucran relaciones y propiedades de semejanza y congruencia. Con el propósito de contribuir a la solución de esta problemática, elaboró un diseño de actividades a partir de los niveles de desarrollo de Van Hiele: reconocimiento o visualización, análisis, clasificación (abstracción), deducción formal y rigor. Tales actividades se trabajaron en las siguientes fases: información, orientación dirigida, explicitación, orientación libre e integración. Algunas de las actividades se relacionan con figuras a escalas, concepto intuitivo de semejanza, conceptos que anteceden al de razón y proporción, semejanza de triángulos y algunos problemas de aplicación. La investigación concluye que las actividades que se proyectaron, permitieron a los estudiantes de octavo grado alcanzar el primer, segundo y tercer nivel de desarrollo, según Van Hiele, esto es: reconocimiento o visualización, análisis y clasificación; sin embargo, se identificó que, si bien el trabajo mostró efectividad en relación con la parte conceptual, aún es necesario potencializar el sistema de actividades para favorecer el desarrollo de las etapas de comprensión, según Van Hiele.

Martínez *et al.* (2017) destacan que el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ofrecen a los estudiantes un conjunto de estímulos visuales, auditivos y táctiles que facilitan y potencializan sus aprendizajes. En su investigación elaboraron una propuesta metodológica con base en el uso de tabletas para favorecer el aprendizaje de la semejanza de triángulos, esta propuesta fue aplicada en estudiantes de segundo año medio; para la evaluación de dicha aplicación, se consideraron indicadores de acuerdo con la taxonomía de Bloom: conocimiento, comprensión, aplicación y análisis.

Las actividades que se implementaron se refieren a la retroalimentación del concepto de semejanza, problemas correspondientes entre pares de triángulos semejantes y una prueba cognitiva. De las respuestas que produjeron 18 estudiantes, las investigadoras observaron, con base en datos estadísticos, que estos alumnos no lograron obtener ideas sobre la comprensión, tampoco lograron analizar el concepto de semejanza; sin embargo, se arrojó información que dio cuenta que los educandos sí entendieron los criterios de semejanza. Finalmente, las autoras de esta investigación concluyeron que la modalidad de implementación del uso de la tecnología ayudó a que los aprendices elevaran su motivación por las clases, a pesar de que una población importante aún se resiste a esta forma de enseñanza.

Llantén y Bermúdez (2014) plantearon una secuencia didáctica para favorecer en los estudiantes una aproximación al concepto de semejanza y sus propiedades. Para ello, utilizaron como instrumento didáctico la App GeoGebra para el estudio de la visualización, la manipulación y el desplazamiento. Este trabajo lo

fundamentaron en la TSD. Los autores concluyeron que: el estudiante descubre la necesidad de encontrar la razón entre las alturas para determinar que las figuras son semejantes, posteriormente establece la igualdad entre los ángulos de los triángulos, luego determina la congruencia entre los ángulos correspondientes y, finalmente, aplica los criterios ALA y LAL para establecer la semejanza.

Hernández *et al.* (2015) realizaron una investigación con el propósito de facilitar los procesos de comprensión sobre la semejanza, dicho trabajo se sustentó en el modelo de comprensión de Pirie y Kieren. Este modelo permite analizar el proceso de desarrollo de la comprensión de conceptos en matemáticas y se subdivide en estratos: conocimiento primitivo, creación de imagen, comprensión de la imagen, formalización, observación, estructuración e invención. Fundamentados en este modelo, los investigadores plantearon una actividad de doblado de papel a tres alumnos. Con ello, se buscó favorecer el aprendizaje y la comprensión de la congruencia como un caso particular de la semejanza.

Posterior a la aplicación de la actividad, se analizó el desempeño de cada alumno por separado; la conclusión fue que los estudiantes (objeto de estudio) no lograron un nivel óptimo para poder avanzar en la comprensión de conceptos de la geometría, en particular del concepto de semejanza.

### *Exploración sobre nociones de semejanza de triángulos en estudiantes del preuniversitario*

Con la finalidad de enriquecer el fundamento de esta investigación, se llevó a cabo una exploración acerca de las nociones de semejanza de triángulos en 35 estudiantes que asistían al curso de inducción para ingreso a la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero, en el ciclo escolar 2019-2020.

Dichos estudiantes (aspirantes al nivel superior) provienen de distintos centros educativos del nivel medio superior del estado de Guerrero, México: Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTis), Colegio de Bachilleres (Cobach) y de Escuelas Preparatorias de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro). Como resultado de la exploración, se identificaron en los estudiantes las siguientes dificultades: conocen la definición de semejanza de triángulos, pero no han comprendido el papel de las condiciones que la estructuran, así como cuál es su relación. No tienen claridad de los criterios de la semejanza y presentan dificultades sobre la aplicación en la resolución de problemas dentro y fuera de la matemática.

### *Problemáticas identificadas*

Como resultado del análisis de las investigaciones que se han documentado se destaca que, el estudio de la semejanza de triángu-

los ocupa un lugar importante, ya que un número considerable de académicos han destacado que este concepto y sus propiedades juegan un papel importante en el desarrollo de la geometría plana, desde los niveles básico a preuniversitario; sin embargo, en las mismas investigaciones se da cuenta de que existen distintas problemáticas asociadas a la enseñanza y al aprendizaje del concepto de semejanza de triángulos, así como su aplicación.

Dentro de las problemáticas encontradas se destacan las siguientes: de las investigaciones orientadas al estudio del profesor, en particular de su gestión de enseñanza del contenido de semejanza, muestran que, en algunos casos, los profesores presentan dificultades en el dominio del contenido matemático sobre la semejanza. Estas dificultades, en parte se asocian a las distintas formas de aproximarse al concepto de semejanza, destacando que es común el acercamiento a través de las relaciones intrafigurales.

En los trabajos revisados se identifica, tanto explícita como implícitamente, la aceptación de que el concepto de semejanza de triángulos es un eje articulador de otros contenidos, como la proporcionalidad y el teorema de Thales, las propiedades de la semejanza y de los fundamentos que tributan en otras propiedades de aplicación del concepto de semejanza de triángulos; sin embargo, dada la existencia del problema sobre la comprensión de la definición del concepto de semejanza de triángulos identificada en los trabajos citados, se tiene la necesidad de contribuir con propuestas didácticas que incidan en la comprensión y que, a la vez, resalten la importancia de los demás componentes articulados en torno a la semejanza.

En los trabajos de investigación que han incorporado el uso de las herramientas tecnológicas para el tratamiento de la semejanza, en particular en los que han incorporado el uso del *software*, se identificó que esta utilidad es de carácter más instructivo, relegando a un segundo plano el uso del *software* como recurso heurístico que posibilite el redescubrimiento de comportamientos, verifique casos particulares, favorezca el proceso de conjeturación y principios de generalización, entre otros elementos importantes que derivan en la comprensión.

Como se ha documentado antes, existen investigaciones desarrolladas que se han planteado el objetivo de incidir en los problemas de enseñanza y aprendizaje de la semejanza de triángulos; sin embargo, en estos trabajos también se da cuenta de la importancia y la necesidad de implementar alternativas que contribuyan a la atención de estas problemáticas. Por lo tanto, el problema de investigación que atendió este trabajo se formuló en los siguientes términos: ¿Cómo favorecer, mediante el uso del *software* GeoGebra y la resolución de problemas, la comprensión del concepto de semejanza de triángulos en estudiantes de preuniversitario?

Como objetivo de investigación se planteó: Elaborar y poner en funcionamiento una propuesta didáctica basada en el uso

del *software* GeoGebra y en la resolución de problemas para la comprensión de la definición de semejanza de triángulos en el preuniversitario.

## Fundamentación teórica y metodológica

### *Resolución de problemas*

Morales *et al.* (2014) destacan que la importancia de incorporar la resolución de problemas como objeto de enseñanza radica en que, bajo esta mirada, el proceso de resolución no se limita sólo a la búsqueda que exige la situación, sino que se generan las condiciones para comprender el contenido que está alrededor de los conceptos, propiedades y condiciones que estructuran la situación de estudio, ya que este proceso es el que justifica la validez de las estrategias de resolución, las cuales contribuyen en la vía desconocida que se plantea al inicio cada uno de los problemas. Por tanto, desde este punto de vista, el tratamiento de los conceptos y propiedades matemáticas, en particular el concepto de semejanza de triángulos, puede ser abordado desde la resolución de problemas.

Esta importancia que se le da a la resolución de problemas exige clarificar cuáles deben ser sus rasgos fundamentales. En la investigación se asume que el concepto problema tiene las siguientes características:

Existe una situación inicial o varias situaciones iniciales, y una o varias situaciones finales; la vía de pasar de la situación o situaciones iniciales a la situación o situaciones finales debe ser desconocida o que no se pueda acceder a ellas de forma inmediata; debe existir una persona que quiera resolverla; y esta persona debe disponer de los elementos necesarios para buscar las relaciones que le permitan transformar la situación o situaciones planteadas (Campistrous y Rizo, 1996, p. 9).

### *Proceso de comprensión de conceptos*

Los conceptos son parte de la estructura matemática y juegan un papel fundamental en el desarrollo del conocimiento de esta disciplina, así como en la explicación de la realidad objetiva (Ballester, 1992). Gran parte de las dificultades para la comprensión de los contenidos matemáticos que se documentan en las investigaciones radica en la ausencia del tratamiento de los conceptos. En este trabajo se asume que la comprensión de los conceptos exige dos actividades fundamentales: la formación y la asimilación (fijación) (Morales *et al.*, 2021). Bajo esta mirada, la presente investigación busca aportar recursos para incidir en la comprensión de conceptos, en particular, sobre la comprensión del concepto de semejanza de triángulos.

Los trabajos de investigación de Morales *et al.* (2014) y Arteaga *et al.* (2009) coinciden en asumir que el proceso de comprensión requiere de ejercitaciones, profundizaciones, sistematizaciones y aplicaciones del concepto. Por tanto, para hacer posible dicho proceso de comprensión, deben desarrollarse metodológicamente las siguientes etapas: Aproximación al concepto. En esta etapa se reconocen los rasgos esenciales y las condiciones que entran en juego en la definición del concepto. Formalización del concepto. La formalización del concepto abarca la etapa anterior y esencialmente está encaminada a favorecer la asimilación de la definición del concepto; por ello, se consideran: la aproximación, la formalización, la valoración y el control como etapas fundamentales de ese proceso. Identificación del concepto. En esta fase se proponen algunos problemas que favorecen la localización de la necesidad de utilizar el término. Aplicación del concepto. En esta etapa se analizan problemas que favorecen la asimilación a través de la aplicación y, por tanto, contribuyen a la comprensión conceptual.

En cada una de las etapas del proceso de comprensión, los procedimientos heurísticos son una herramienta fundamental, ya que constituyen recursos mentales de búsqueda que permiten orientar y aportar elementos para la comprensión y determinación del concepto sobre la base de resolución de problemas (Torres, 2013).

### *Software GeoGebra*

Morales *et al.* (2021) establecen que este *software* forma parte de las herramientas tecnológicas, además es un instrumento que favorece la actividad dinámico-visual a través de las herramientas que ofrecen el tratamiento de contenidos de la matemática en los distintos niveles educativos.

Los investigadores que se citan sostienen que el uso de GeoGebra como una herramienta heurística permite hacer evolucionar los procesos que tienen generalización; esto es a través del redescubrimiento de patrones de comportamiento. Argumentan que el *software*, por sí solo, no arroja las soluciones a distintas situaciones; a medida en que se manipula, se ensaya o se llevan a cabo acciones preelaboradas o teóricamente válidas es como se redescubre, se formulan conjeturas, se plantean estrategias de resolución y se llevan a cabo estos procesos. En tal dirección, la representación dinámica-visual y el tratamiento de esta disciplina a través del *software*, se convierte en un recurso heurístico para la enseñanza y el aprendizaje, en particular, de la geometría. Con lo antes dicho, en este trabajo asumiremos el *software* GeoGebra como: “un recurso heurístico mediador de los procesos de enseñanza y aprendizaje, en donde la actividad dinámico-visual que favorece la asociación de imágenes-ideas contribuye en la interiorización de los procesos de abstracción sobre los contenidos matemáticos a tratarse, los cuales influyen en la comprensión matemática”.

## Método

### *Estrategia didáctica y su validación*

La estrategia didáctica para la comprensión del concepto de semejanza consta de las siguientes etapas: Aproximación al concepto: esta fase permite comprender las situaciones de estudio que involucran el concepto principal; ayuda a identificar los tipos de problemas a enfrentar, su relación con el concepto de semejanza y los recursos para su tratamiento. Orientación hacia la formalización: una vez que se ha logrado una aproximación a la comprensión de la situación y de su tipo, se clasifica y se describe una vía de solución. Se determina si son suficientes los datos o si hay necesidad de hacer un trabajo intermedio para tal alcance. Control y valoración: esta etapa aparece porque la resolución de un problema matemático necesita elevarse al plano teórico, para potenciar la generalización a partir de los resultados que se van obteniendo, de ahí la importancia del control y valoración. Desde el punto de vista metodológico, esta fase resulta fundamental, ya que ayuda a identificar los niveles de alcance y comprensión de los alumnos acerca del contenido que involucran las situaciones de estudio asociadas con la definición de la semejanza de triángulos.

Dado que la estrategia se sustenta en el uso de GeoGebra y en la resolución de problemas, se diseñaron cuatro actividades (problemas). Las dos primeras tienen el objetivo de favorecer la comprensión de las condiciones de la definición de triángulos semejantes, mientras que las otras actividades se proyectan para fijar las condiciones de la definición a través de la aplicación.

La estrategia se validó con cinco profesores-investigadores: tres doctores y dos maestros en Ciencias, todos con dominios sólidos en Geometría y con especialidad en Educación Matemática. Inicialmente el diseño constaba siete actividades, pero por recomendación de los expertos se redujo el número, mas no el contenido, además se afinaron las condiciones dadas en cada situación y se rescataron dos problemas de aplicación del concepto de semejanza de triángulos, los cuales permitieron fijar la definición y mostrar el papel que juega ésta en la resolución de problemas.

### *Sistema de actividades y la población de estudio*

Las actividades se aplicaron a una población de 26 alumnos recién ingresados a la carrera de Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero. Al momento de la aplicación los alumnos sólo llevaban cuatro semanas de clases en el nivel superior; por lo que se considera como conocimientos base sus saberes adquiridos en el preuniversitario. De manera particular, en este trabajo se reportan las producciones de dos casos, los cua-

les se determinaron a través del análisis previo de las producciones que emergieron durante la puesta en práctica de las actividades, de acuerdo con los objetivos de la investigación.

### *Dinámica de la aplicación de la estrategia*

Los alumnos trabajaron de manera individual. Cada actividad se desarrolló en un tiempo de 50 minutos, aproximadamente, con previa preparación de las condiciones de nivel de partida. Así, en la actividad cero (problema cero) se planteó el trabajo sin el uso del *software*; posteriormente, se aseguraron las condiciones de uso del instrumento tecnológico y se orientó la actividad hacia el uso de esta herramienta durante el proceso que condujo a los estudiantes a la comprensión de la definición de semejanza de triángulos.

## **Análisis y resultados**

### *Problema 0*

Se sabe que dos triángulos son semejantes si tienen iguales respectivamente sus ángulos y sus lados correspondientes proporcionales. Así que para decidir si dos triángulos pueden ser semejantes, se debe investigar cómo son sus ángulos y sus lados, para comprobar si cumplen con la definición.

Actividad 0. Investigar si hay una vía sencilla para saber si dos triángulos dados son semejantes.

El responsable de investigación (RI) hizo llegar al grupo de estudiantes la siguiente instrucción: Utilizar regla (graduada) y compás para llevar a cabo las siguientes actividades:

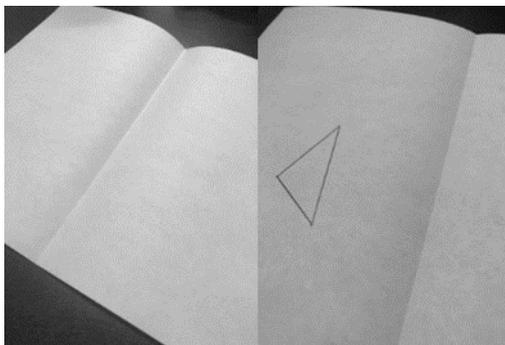
1. Sobre la primera mitad de una hoja de papel, dibuja un triángulo de la forma y tamaño que desees.
2. En la mitad restante, dibuja otro triángulo con un ángulo igual a cualquiera de los ángulos del anterior triángulo, de modo que los lados que lo forman en uno y otro triángulo sean proporcionales.
3. Por superposición de los triángulos así construidos, investigue cómo son sus tres ángulos.
4. Auxiliándote de la operación de medir y calcular, investiga si los triángulos así construidos tienen lados proporcionales.

Los estudiantes trabajaron esta actividad de manera individual. Aquí se muestra la producción y explicación de la respuesta a esta actividad de uno de los casos que conformaron el grupo de estudio, a quien se etiquetó como A4.

*RI: A ver A4, te pido y nos apoyes explicando las actividades que llevaste a cabo según las instrucciones dadas.*

A4: [...] Bueno en la actividad 1; no tuve dificultades llevé a cabo la indicación de dividir en dos partes iguales la hoja, y dibujé un triángulo, ver figura 2.

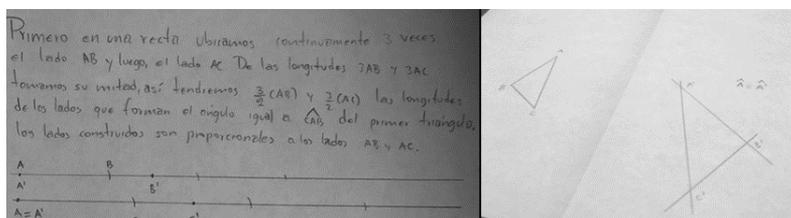
**Figura 2.** Producción de A4.



Nota: Tomada de la producción de A4.

La explicación de la actividad 2 que dio A4 se apoyó en la producción que llevó a cabo, ver figura 3.

**Figura 3.** Producción de A4.

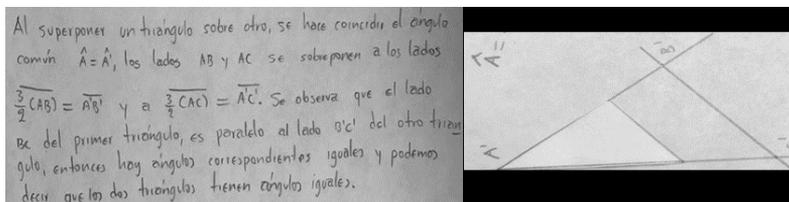


Nota: Tomada de la producción de A4.

A4: [...] Para la actividad 3, procedí de dos maneras, se me dificultó el sobreponer, primero lo hice acomodando los lados proporcionales que forman el ángulo, y la otra manera en como procedí, fue recortar el triángulo base y luego sobreponerlo al segundo triángulo, observo que el tercer lado del triángulo que sobrepuse es paralelo al tercer lado del segundo triángulo, con esto veo que los ángulos son iguales.

La *figura 4* muestra que la explicación se apoyó en la producción que realizó la alumna A4.

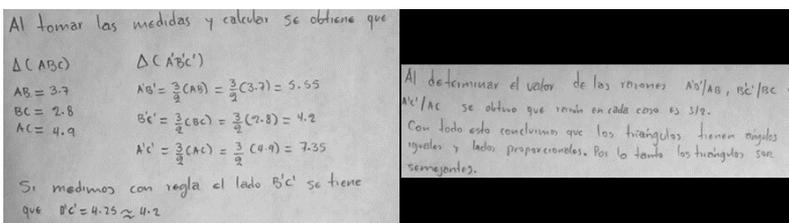
**Figura 4.** Método de superposición A4.



Nota: Método de superposición que utilizó A4 para explicar la relación de los ángulos de los triángulos de estudio.

*A4: [...] En la última actividad utilicé una regla para medir las longitudes de los dos triángulos, luego determiné las razones, aunque ya sabía que era 1.5 aproximadamente.*

**Figura 5.** Determinación de las medidas de los lados de los triángulos de A4.

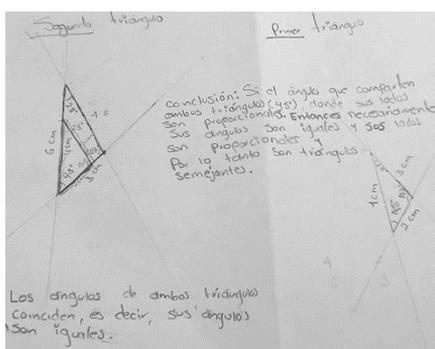


Nota: Determinación de las medidas de los lados de los triángulos y la razón entre ellos que A4 llevó a cabo.

Con el planteamiento de este problema, se pretendió acercar a los alumnos a la formulación de conjeturas y a la motivación de la prueba de las condiciones que estructuran la definición de semejanza de triángulos. En la producción y explicación que da A4 se identificó que logró comprender el problema e identificó que, bajo las condiciones dadas, se puede conjeturar [mediante la superposición] que los tres ángulos del triángulo original [ $\Delta(ABC)$ ] son iguales a los ángulos del triángulo [ $\Delta(A'B'C')$ ]. Nótese que este dato empírico lo determinó a partir de conjeturar la condición de paralelismo del tercer lado de ambos triángulos ( $BC$  y  $B'C'$ ). Finalmente, la proporcionalidad de los lados, lo determina al calcular las razones y lo constata empíricamente, cuando utiliza la regla para medir el tercer lado [ $4.25 \approx 4.2$ ].

A pesar de que no justifica muchos de sus argumentos, esta elaboración le permite identificar que la igualdad de ángulos y la proporcionalidad de los lados son condiciones para poder asegurar que hay semejanza entre los triángulos; sin embargo, en la producción de otro caso A9, se identificó la siguiente construcción:

**Figura 6.** Actividad realizada por A9.



Nota: Tomada de la producción de A9.

Puede observarse que A9 presentó dificultades para usar la regla y el compás. Además, se identificó que a pesar de argumentar que los ángulos son iguales, no hay proporcionalidad entre lados homólogos; sin embargo, concluye que los triángulos son semejantes. Estas identificaciones resultaron fundamentales, ya que el siguiente paso en el tratamiento de las actividades de la propuesta se plantea la búsqueda de la formulación y la prueba de las condiciones que aparecen, comúnmente, en la definición de semejanza de triángulos (se hace la observación de que no se trata de probar una definición matemática: “pues una definición no se demuestra”), sino más bien del significado de las condiciones que la estructuran.

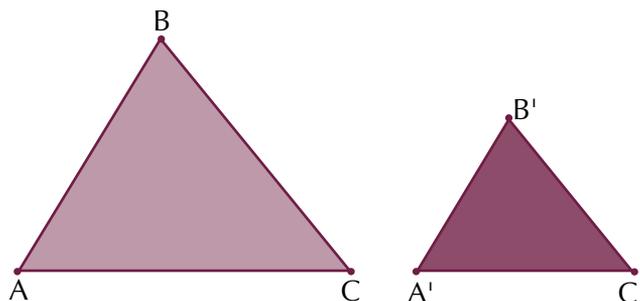
### *Problema 1*

Previo al planteamiento del problema, se favorecieron algunas actividades de manejo y uso del *software* GeoGebra, particularmente se familiarizó a los alumnos con actividades de construcción de triángulos y las transformaciones isométricas de traslación y rotación de objetos geométricos. Esta actividad estuvo a cargo del (R1).

Al indagar en distintas fuentes bibliográficas la definición de semejanza de dos triángulos, se identificó que comúnmente se enuncia con dos características: ángulos homólogos iguales y lados homólogos proporcionales. Con el propósito de contribuir en

la comprensión de la semejanza de triángulos, se partió de la siguiente definición, donde se acentúa que la condición fuerte para garantizar la semejanza se sustenta desde la igualdad de ángulos homólogos. Definición. Dos triángulos  $\Delta ABC$  y  $\Delta A'B'C'$  son semejantes si tienen sus tres ángulos iguales, es decir  $\sphericalangle A = \sphericalangle A'$ ,  $\sphericalangle B = \sphericalangle B'$  y  $\sphericalangle C = \sphericalangle C'$ .

**Figura 7.** Representación de dos triángulos semejantes.



Fuente: Elaboración propia.

**Actividad 1.** Utilice esta definición para establecer qué relación existe entre los lados homólogos de dos triángulos semejantes.

A continuación se describe la producción identificada en A4.

A4: [...] Al analizar la definición que se ocupa aquí, aceptamos que si los triángulos son semejantes, sus ángulos son iguales. Una manera de investigar sobre los lados a través del uso del *software*, es calcular las medidas de las longitudes de los lados de cada triángulo, con esos datos se forman las razones de lados homólogos, luego se comprueba numéricamente que las razones son iguales, finalmente se formula la exigencia del problema.

En este orden se describe la explicación de la prueba que dio A4 para la búsqueda de la generalización de la explicación que ha dado. Se identificó en tal explicación que una manera de probar la igualdad de las razones de los lados homólogos es mediante la vía que se describe a continuación:

A4: [...] Puedo mover mediante el uso del *software* el triángulo  $A'B'C'$  y hacer coincidir los ángulos  $\sphericalangle C$  con  $\sphericalangle C'$ , [...] se puede ver que los lados  $C'B'$  y  $C'A'$  están superpuestos a los lados  $CB$  y  $CA$ . De esta manera se podrá explicar que

$$\frac{AC}{A'C} = \frac{BC}{B'C}$$

considerando que  $\sphericalangle C \equiv \sphericalangle C'$ . De igual manera puedo mover el triángulo pequeño y hacer coincidir los ángulos  $\sphericalangle B$  y  $\sphericalangle B'$ , habrá superposición de lados y podré explicar que

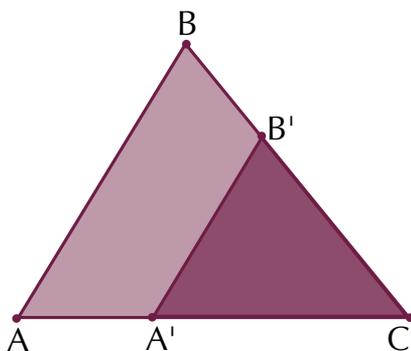
$$\frac{CB}{C'B} = \frac{AB}{A'B}$$

considerando que  $\sphericalangle B \equiv \sphericalangle B'$ . Ya sólo falta mover en otro sentido el triángulo pequeño y poder explicar que se cumple que

$$\frac{CA}{C'A} = \frac{BA}{B'A}$$

considerando que  $\sphericalangle A \equiv \sphericalangle A'$ . De los pares de igualdades que se establecen, se concluye la proporcionalidad de los lados. Cabe mencionar que la producción que se muestra a continuación fue reproducida y arreglada por los autores a fin de buscar claridad en la realización de prueba de A4, cuando hace coincidir los ángulos  $\sphericalangle C$  y  $\sphericalangle C'$ : Al hacer coincidir los ángulos  $\sphericalangle C$  y  $\sphericalangle C'$  ver figura 8, y mediante la utilización del teorema de Thales se establecen las siguientes relaciones:

**Figura 8.** Utilización del Teorema de Thales.



Fuente: Elaboración propia.

$$\frac{AA'}{A'C} = \frac{A'C'}{B'C}$$

considere que en este caso  $\sphericalangle C = \sphericalangle C'$ . A la igualdad anterior le sumamos en ambos lados 1,

$$\frac{AA'}{A'C} + 1 = \frac{BB'}{B'C} + 1$$

Obsérvese que

$$1 = \frac{A'C}{A'C} = \frac{B'C}{B'C}$$

sustituyendo se tiene:

$$\frac{AA'}{A'C} + \frac{A'C}{A'C} = \frac{BB'}{B'C} + \frac{B'C}{B'C}$$

Observe que

$$AA'+A'C = AC, \quad BB'+B'C = BC$$

Por tanto,

$$\frac{AA' + A'C}{A'C} = \frac{BB' + B'C}{B'C}$$

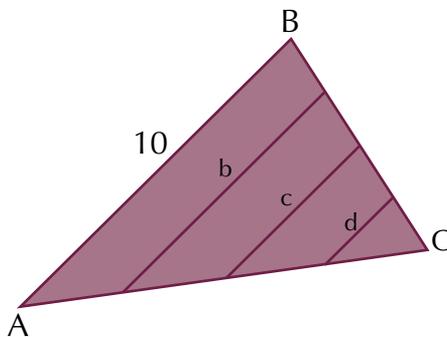
de aquí se deduce:

$$\frac{AC}{A'C} = \frac{BC}{B'C}$$

### Problema 2

Sea el  $\triangle ABC$ , si la longitud de los segmentos  $a, b, c$  y  $d$  son paralelos y,  $a=10$ , y si, además  $b, c$  y  $d$  dividen en partes iguales a los lados  $AC$  y  $BC$  del triángulo dado. Determinar la suma  $a+b+c+d$ .

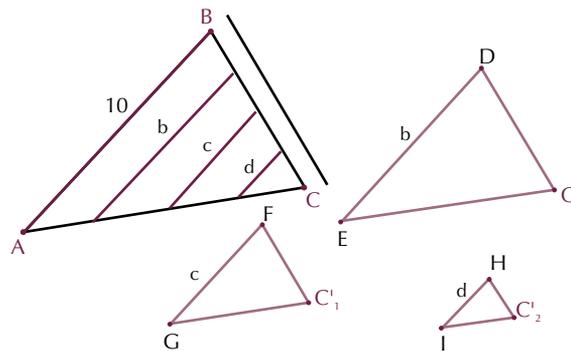
**Figura 9.** Representación del Problema 2.



Fuente: Elaboración propia.

- ▶ **Etapa 1:** A4 identifica que una manera para conocer la suma de las longitudes pedida es mediante el uso del *software* GeoGebra, determinando las longitudes de cada segmento y luego la suma. De este modo se obtuvieron las siguientes medidas: 10 (dato inicial), 7.5, 5, y 2.5; por tanto, la suma es 25 unidades. Dado que no hay especificidad del tipo del triángulo, la alumna [A4] hizo variar la forma del triángulo a partir de mover el vértice C y se observó que las medidas 10 (dato inicial), 7.5, 5, y 2.5 se mantienen constantes. Por lo tanto, conjeturó que la suma pedida es de 25 unidades.
- ▶ **Etapa 2:** Los estudiantes A4 y A9 explicaron que para determinar las longitudes de los segmentos b, c y d, en el caso general, siempre se logra cuando se aplica reiteradamente la segunda condición que establece la definición clásica para establecer la semejanza de dos triángulos: “Los lados homólogos de dos triángulos semejantes son proporcionales”. Una vez determinadas las longitudes, se estableció la suma pedida.
- ▶ **Etapa 3:** En la *figura 10* se han identificado los triángulos semejantes al principal; esto con la finalidad de clarificar el proceso de solución, se han realizado algunos arreglos, al lado BC se ha indicado con una x (longitud del lado), y mediante la traslación se han reubicado los triángulos semejantes.

**Figura 10.** Representación.



Fuente: Elaboración propia.

Con la información identificada en la Etapa 1 y con las indicaciones dadas en la Etapa 2, la alumna “[A4], procedió a formalizar la resolución”. Al considerar los triángulos  $\triangle ABC$  y  $\triangle EDC'$  semejantes, establece la proporcionalidad de los lados, es decir,

$$\frac{b}{10} = \frac{\left(\frac{3}{4}\right)x}{x}$$

obsérvese que  $(3/4)x$  es a razón de que el lado  $BC$  quedó dividido por los segmentos en partes iguales. Así, al resolver la proporción se obtiene que  $x=7.5$ . De modo análogo, al considerar los triángulos semejantes  $\triangle EDC'$  y  $\triangle GFC'$ , se establece la siguiente proporción

$$\frac{c}{7.5} = \frac{\left(\frac{2}{4}\right)x}{\left(\frac{3}{4}\right)x}$$

de esta igualdad se obtiene que  $c=5$ . Finalmente, al considerar los triángulos  $\triangle GFC'$  y  $\triangle IHC'$ , establece la proporción

$$\frac{d}{5} = \frac{\left(\frac{1}{4}\right)x}{\left(\frac{2}{4}\right)x}$$

resolviendo se obtiene que  $d=2.5$ . Al sumar las longitudes se obtiene que  $a+b+c+d=25$ .

Después de que los alumnos llevaron a cabo las actividades mediante el uso del *software*, se identificó en dichas producciones el uso correcto de las condiciones de la definición de semejanza de triángulos. Las respuestas de la alumna [A4] llamaron mucho la atención desde un principio, ya que en ellas se evidenciaron cualidades para el análisis, interpretación y uso de las condiciones iniciales para analizar y resolver cada uno de los problemas. En los problemas que se plantearon para la ejemplificación de la propuesta didáctica, implícitamente se previó el uso de otros conceptos y propiedades en torno a la semejanza de triángulos, que algunos investigadores llaman conexiones matemáticas (García-García y Dolores-Flores, 2020) o eje articulador (Nolasco-Hesiquio *et al.*, 2016), estos elementos matemáticos juegan un papel fundamental en la comprensión de la definición, en este caso de semejanza de triángulos.

## Conclusiones

La propuesta didáctica y su puesta en escena presentan de una manera distinta la actividad de enseñanza y aprendizaje del contenido de la semejanza. En el trabajo no se privilegia la presentación clásica, por el contrario, se intenta, mediante la formulación de problemas, buscar y redescubrir el significado de las condiciones

de la definición del concepto de semejanza de triángulos, así como sus propiedades y, finalmente, su aplicación. Las actividades que se diseñaron y aplicaron posibilitaron que veinte estudiantes produjeran respuestas y justificaciones correctas, en las que se identificó el alcance de las etapas de comprensión. Los resultados que reflejaron los estudiantes, como el caso de la producción de A4, da cuenta de que las actividades que se proyectaron responden al objetivo planteado.

A través del *software* se provocó el interés por generalizar el comportamiento numérico de casos particulares sobre la razón de lados y las relaciones angulares en el estudio de la semejanza de triángulos. Esta actividad fue importante, ya que sirvió de puente entre las ideas puestas en juego en el acercamiento numérico y geométrico que se realizó manualmente y el asistido por el recurso tecnológico. Como se ha descrito en las producciones representativas, en cada etapa de la propuesta el papel del *software* favoreció la actividad heurística, en el sentido que de permitió el redescubrimiento del comportamiento, además indujo a la generalización y permitió el proceso de analogías para transformar a casos simples en la aplicación del concepto.

Finalmente, con este trabajo se espera contribuir con una propuesta didáctica alternativa para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría en el preuniversitario, que incida en las problemáticas que actualmente se han identificado.

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

## Referencias bibliográficas

- Arteaga, E., Díaz, A., García, F. y Del Sol, J. L. (2009). Alternativas metodológicas para la formación y fijación de conceptos geométricos en la geometría plana. *Cuaderns Digitals*, 0(60), 1-25.
- Ballester, S. (1992). *Metodología de la enseñanza de la Matemática*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Briseño, E. C. y Alamillo, L. (2017). Propuesta de una situación didáctica con el uso de material didáctico para la comprensión de la noción de semejanza en estudiantes de segundo de secundaria. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 8(15), 111-131. [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v8i15.6](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v8i15.6)
- Campistrous, L. y Rizo, C. (1996). *Aprende a resolver problemas aritméticos*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Dündar, S. y Gündüz, N. (2017). Justification for the subject of congruence and similarity in the context of daily life and conceptual knowledge. *Journal on Mathematics Education*, 8(1), 35–54. doi: <https://doi.org/10.22342/jme.8.1.3256.35-54>
- Escudero, I. (2005). Un análisis del tratamiento de la semejanza en los documentos oficiales y textos escolares de matemáticas en la segunda mitad del siglo XX. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), 379-392.

- García-García, J. y Dolores-Flores, C. (2020). Exploring pre-university students' mathematical connections when solving Calculus application problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. doi: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1729429>
- Godino, J. D., Giacomone, B., Font, V. y Pino-Fan, L. (2018). Conocimientos profesionales en el diseño y gestión de una clase sobre semejanza de triángulos. Análisis con herramientas del modelo CCDM. *AIEM Avances de Investigación en Educación Matemática*, 13, 63-83. doi: <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i13.224>
- Hernández, J. C., García M., T. y Pérez Y., T. (2015). *Comprensión del concepto de congruencia como caso particular de la semejanza mediante el doblado de papel*. (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Llantén J. C. y Bermúdez M., A., (2014). *Una aproximación al aprendizaje de la semejanza de triángulos en GeoGebra* (Tesis de pregrado). Universidad del Valle. Colombia.
- Martínez, C. y Sanhuenza, X. (2017). *Propuesta metodológica-didáctica para el aprendizaje de semejanza de triángulos con el uso de Tablet* (Tesis de pregrado). Universidad de Concepción, Chile.
- Morales, A., Marmolejo, J. E. y Locía, E. (2014). El software GeoGebra: Un recurso heurístico en la resolución de problemas geométricos. *Premisa*, 16(63), 20-28.
- Morales, A., Damián, A., Balbuena, S. y Marmolejo, J. E. (2021). Trayectoria hipotética de aprendizaje de las transformaciones isométricas durante el cálculo del área de polígonos a través del uso de GeoGebra. *Números*, 108, 179-193.
- Nolasco-Hesiquio, H., Cabañas-Sánchez, G., Rojas, O. y Sigarreta, J.M. (2016). Matemáticas: Patrones de Interacción Discursivos en un Curso de Enseñanza Media. *Información Tecnológica*, 27(6), 215-226. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000600022>
- Sanabria, A. (2018). *Propuesta didáctica para la enseñanza de los conceptos de semejanza y congruencia, dirigida a estudiantes de grado octavo* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Torres, P. (2013). La instrucción heurística en la formación de profesores de Matemáticas. En C. Dolores, M.S. García, J. A. Hernández, L. Sosa (Eds.), *Matemática Educativa: La formación de profesores* (pp. 205-221). Díaz de Santos.



# Evaluación del perfil de egreso en estudiantes de Maestría en Educación de Durango

Flavio Ortega Muñoz  
Centro de Actualización del Magisterio de Durango

## **Resumen**

El objetivo del presente estudio fue evaluar el logro del perfil de egreso en estudiantes de cuatro generaciones de la Maestría en Educación, Campo Intervención Didáctica (MECID), del Centro de Actualización del Magisterio (CAM) de Durango, México. El perfil de egreso define áreas del conocimiento, habilidades y destrezas profesionales, actitudes, valores y competencias que desarrolla un Plan de Estudios (Usach, como se citó en Möller y Gómez, 2014). Para la consecución del objetivo, se realizó un estudio exploratorio, descriptivo-correlacional, transversal y no experimental. Mediante dos escalas, se recogieron datos desde las perspectivas de estudiantes y docentes, quienes durante el periodo de 2014 a 2019, cursaron la MECID e impartieron cátedra en este programa, respectivamente. Los principales resultados permiten afirmar que los estudiantes que cursaron la MECID en el CAM de Durango presentan un nivel medio de logro del perfil de egreso y que la variable *Generación* tiene un efecto modulador.

## **Palabras clave**

Evaluación, perfil de egreso, estudiantes, Maestría en Educación.

## Evaluation of the graduate profile in Durango Master of Education students

## **Abstract**

The objective of the present study was to evaluate the achievement of the graduate profile in students of four generations of the Master of Education, Didactic Intervention Field (MEDIF), of the Centro de Actualización del Magisterio (CAM) of Durango, Mexico. The graduate profile defines areas of knowledge, professional skills and abilities, attitudes, values and competences that a Study Plan develops (Usach, as cited in Möller & Gómez, 2014). To achieve the objective, an exploratory, descriptive-correlational, cross-sectional and non-experimental study was carried out. Using two scales, data was collected from the perspectives of students and teachers, who during the period from 2014 to 2019, attended the MEDIF and taught in this program, respectively. The main results allow to affirm that the students who attended the MEDIF at the CAM in Durango present a **medium** level of achievement of the graduate profile and that the Generation variable has a modulating effect.

## **Keywords**

Evaluation, graduate profile, students, Master of Education.

**Recibido:** 08/04/2020  
**Aceptado:** 07/01/2021

## Introducción

El Centro de Actualización del Magisterio (CAM) de Durango es una Institución de Educación Superior (IES) que ofrece servicios de formación, actualización y superación profesional a los distintos agentes involucrados en el campo educativo; el cual busca consolidar sus funciones sustantivas relativas a la docencia, la investigación, la extensión y la difusión de la cultura, en el contexto de las condiciones sociales actuales en los ámbitos local y nacional.

Los Programas Académicos del CAM están sustentados en mecanismos de gestión y procesos de calidad orientados a la mejora continua. En este marco normativo, en congruencia con la política educativa del país y atendiendo las disposiciones de la otrora Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación (DGESPE), hoy Dirección General de Educación Superior para el Magisterio (DGESUM), la institución llevó a cabo un proceso de evaluación de la Maestría en Educación, Campo Intervención Didáctica (MECID), con la finalidad de, en un segundo momento, realizar una actualización curricular fundamentada y pertinente.

Como eje toral de la primera etapa, se realizó el presente estudio, cuyo objetivo fue evaluar el logro del perfil de egreso en estudiantes de cuatro generaciones de la MECID del CAM de Durango, México. En este artículo se expone, inicialmente, un marco de referencia que integra los antecedentes, la teoría normativa y los conceptos centrales en el estudio, el cual permitió, además, plantear los objetivos general y específicos. Después se abordan los aspectos metodológicos, con énfasis en el diseño del estudio y en algunos elementos de nivel técnico-instrumental. Finalmente, se presentan los principales resultados y se establecen algunas conclusiones que en lo sucesivo pueden ser líneas de acción para el rediseño y mejora del programa de la MECID.

## Marco referencial

Ante el reto que implicó esta tarea institucional, la necesidad de ampliar la perspectiva de cómo realizarla y la falta de instrumentos de evaluación que permitiesen recabar la información necesaria, se inició el proceso con la revisión de experiencias nacionales e internacionales.

En la revisión de la literatura, se percibió que la evaluación del perfil de egreso de diferentes programas es un proceso que se ha implementado en diversas instituciones (Barrera, 2009, 2011; CINDA, 2017; Carrera, Lara y Madrigal, 2019; Castañeda, Valenzuela y Gómez, 2015; Martínez, 2015; Möller y Gómez, 2014;

Olivos, Voisin y Fernández, 2015; Pérez, 2012; Reyes y Toxqui, 2013; Riquelme, Ugüeno, Del Valle, Jara y Del Pino, 2017; Rojas-Morales, 2010); sin embargo, también es preciso reconocer que las competencias, los estándares curriculares, los aprendizajes esperados expuestos en el currículum y otras variables académico-administrativas, también son abordadas para evaluar programas educativos (Amor y Serrano, 2019; Cardoso, Cerecedo y Ramos, 2011; Escudero, González y Rodríguez, 2018; Figueroa, Bernal y Andrade, 2010; Guzmán, Marín y González, 2010; Llorent, Zych y Varo-Millán, 2020; Lu, Zhang y Wei, 2018; Muñoz-Fernández, Rodríguez-Gutiérrez y Luque-Vílchez, 2019; Ramos, Menéndez y Martínez, 2016).

En el contexto latinoamericano, encontramos que hay una mayor tradición en la evaluación del perfil de egreso de programas educativos en Chile (Barrera, 2009, 2011; CINDA, 2017; Möller y Gómez, 2014; Riquelme, Ugüeno, Del Valle, Jara y Del Pino, 2017). Respecto a los trabajos de investigación desarrollados en México, se puede aludir a los realizados en los estados de Veracruz (Martínez, 2015), Puebla (Olivos, Voisin y Fernández, 2015; Reyes y Toxqui, 2013), Chihuahua (Carrera, Lara y Madrigal, 2019) y Ciudad de México (Rojas-Morales, 2010).

En las investigaciones de referencia se asumen indistintamente los enfoques cuantitativo y cualitativo, se emplean preferentemente métodos como el estudio de caso y la encuesta, y se recurre a técnicas e instrumentos de recogida de datos como la observación, la entrevista, el grupo focal, el análisis documental y el cuestionario. Algunos trabajos de investigación vinculan la valoración del nivel de logro del perfil de egreso con otras variables, como son: la formación docente en idiomas (Olivos, Voisin y Fernández, 2015), las prácticas profesionales (Barrera, 2011) y los mecanismos de evaluación de los docentes (Möller y Gómez, 2014).

Lo especialmente relevante es que la mayoría de las investigaciones revisadas destacan el proceso de evaluación del perfil de egreso de los programas educativos, como punto de partida para el rediseño o la actualización del currículum (Barrera, 2009, 2011; CINDA, 2017; Castañeda, Valenzuela y Gómez, 2015; Martínez, 2015; Möller y Gómez, 2014; Olivos, Voisin y Fernández, 2015; Reyes y Toxqui, 2013; Riquelme, Ugüeno, Del Valle, Jara y Del Pino, 2017; Rojas-Morales, 2010), tarea esencial que orienta este ejercicio emprendido en el CAM, con la intención de adecuar el Plan y los Programas de la MECID a las condiciones que demanda el escenario actual.

Para este caso, el propósito general de la MECID del CAM, se establece de la siguiente manera:

Diseñar, implementar y evaluar propuestas de intervención —fundamentadas en aportaciones del campo didáctico y curricular— con la finalidad de mejorar los aprendizajes de los alumnos

y transformar las prácticas cotidianas de docencia, mediante la investigación de la práctica docente, el empleo de enfoques y métodos congruentes con objetos de estudio y la profundización del conocimiento profesional docente (CAM, 2014, p. 58).

Desde el enfoque por competencias, tradicionalmente se exponen diversos rasgos que el egresado del programa debiese poseer al final, lo que permitiría, a su vez, abonar en la consecución del propósito u objetivo planteado. Estos rasgos se integran en lo que se denomina perfil de egreso, entendido como la declaración formal que hace la institución frente a la sociedad y frente a sí misma, comprometiéndose la formación de una identidad profesional (Hawes, como se citó en Möller y Gómez, 2014). El perfil de egreso define las áreas del conocimiento, habilidades y destrezas profesionales, actitudes, valores y competencias que desarrolla el Plan de Estudios (Usach, como se citó en Möller y Gómez, 2014).

El Plan de Estudios de la maestría del CAM busca que el futuro Maestro en Educación, Campo Intervención Didáctica, posea un conjunto de competencias genéricas y profesionales integradas en el perfil de egreso. *Las competencias profesionales* se conciben como las competencias específicas intrínsecas a la profesión y que le dan identidad, están agrupadas, en el documento citado, en tres ámbitos: Intervención, Investigación y Psicosocial.

**Tabla 1.** Competencias profesionales contempladas en el Plan de Estudios de la MECID del CAM.

Ámbitos	Competencias profesionales
Intervención	a) Analizar críticamente las nociones de <i>intervención didáctica</i> , las aportaciones recientes en las <i>didácticas especiales</i> y los <i>enfoques didácticos</i> establecidos en los currículos vigentes.
	b) Diseñar, implementar y evaluar propuestas de intervención didáctica que contribuyan a la solución, mejora o prevención de problemas de aprendizaje y enseñanza.
Investigación	c) Investigar problemas de la práctica docente y fundamentarlos en <i>teoría formal y sustantiva</i> , así como en el <i>método</i> que corresponda a las intenciones del proyecto.
Psicosocial	d) Aplicar los conocimientos de las teorías <i>pedagógicas, psicológicas y sociales</i> en la planeación, desarrollo y valoración de situaciones de intervención.

Fuente: Elaboración propia, con base en los planteamientos del CAM (2014).

Con base en la perspectiva expuesta, el objetivo de este estudio es valorar el alcance del propósito a partir de la evaluación del logro del perfil de egreso, por parte de los estudiantes de las distintas generaciones de la Maestría en Educación, Campo Intervención Didáctica, del Centro de Actualización del Magisterio; para posteriormente, hacer propuestas que permitan actualizar el plan y los programas de estudio. Este objetivo general se concreta en los siguientes objetivos específicos:

- a) Identificar los niveles globales de logro del perfil de egreso desde las perspectivas de los estudiantes y de los docentes.
- b) Determinar en qué ámbitos curriculares se presentan el mayor y el menor nivel de logro.
- c) Establecer cuáles rasgos del perfil de egreso tienen los mayores niveles de logro y cuáles los menores.
- d) Determinar el rol que desempeña la variable *Generación en la que egresó (que atendió)*.

## Método

Se realizó un estudio exploratorio, descriptivo-correlacional, transversal y no experimental. Para la recolección de información, se utilizó el método de encuesta y se diseñaron dos instrumentos para recoger la percepción de los estudiantes y de los docentes, respectivamente: Escala de Autoevaluación del Nivel de Logro del Perfil de Egreso de la MECID (EANLPEM) y Escala de Evaluación del Nivel de Logro del Perfil de Egreso en Estudiantes de la MECID (EENLPEEM).

La EANLPEM y la EENLPEEM tienen una estructura similar. Ambas escalas están compuestas por dos secciones. En la primera, además de establecer el objetivo y declarar la confidencialidad, se solicita al informante que reporte su sexo y la *Generación en la que estudió* (o la *Generación que atendió*, en el caso de los docentes), esta última es una variable de análisis en el presente estudio. En la segunda sección, se contemplan 28 ítems en cada escala, que abordan los rasgos del perfil de egreso de la MECID del CAM, agrupados a su vez en los tres ámbitos curriculares del Plan de Estudios: intervención, investigación y psicosocial.

Ante la pregunta dirigida a los estudiantes egresados ¿En qué medida me siento capaz de...? O la pregunta orientada hacia los docentes ¿En qué medida considero que el estudiante egresado de la MECID es capaz de...?, se estableció, en ambos casos, un escalamiento tipo *Likert* de cuatro valores, ordenando ascendentemente el grado en que consideran que el rasgo del perfil de egreso fue logrado. El encuestado tuvo las siguientes opciones de respuesta: nada capaz, poco capaz, muy capaz, totalmente capaz.

Tanto la EANLPEM, como la EENLPEEM, presentaron una confiabilidad de 0,96 en alfa de Cronbach, así como índices de 0,94 y 0,91 en la confiabilidad por mitades respectivamente, atendiendo la fórmula Spearman-Brown. Todos estos niveles de confiabilidad pueden ser considerados elevados, tomando como referencia la escala propuesta por Murphy y Davidshofer (como se citó en Hogan, 2015).

Los instrumentos se aplicaron durante el mes de junio de 2019 a través del administrador de encuestas denominado Formularios de Google. En la recogida de datos mediante la EANLPEM, participaron 38 estudiantes de cuatro diferentes generaciones que egresaron de la MECID en alguna de las sedes del CAM. La sede principal está en la ciudad de Durango, pero algunos estudiantes cursaron el programa en sedes situadas en Nombre de Dios al sur, y Rodeo y Tepehuanes al norte, municipios ubicados a decenas y centenas de kilómetros, respectivamente. Se crearon redes para localizar y contactar a los estudiantes egresados. Estas circunstancias obligaron a pensar en la practicidad de la aplicación electrónica de los instrumentos y la pertinencia de hacer un muestreo intencional. La distribución de los estudiantes participantes es la siguiente:

- a) 24 son mujeres y 14 son hombres.
- b) 6 egresaron en la generación 2014-2016, 9 en la generación 2015-2017, 9 en la generación 2016-2018 y 14 en la generación 2017-2019.

Para complementar el estudio desde otra perspectiva, se aplicó la EENLPEEM a docentes que impartieron cátedra a estudiantes de la MECID en alguna sede del CAM, en el periodo de 2014 a 2019. Debido a las extensas distancias entre las sedes, no todos los docentes habilitados para trabajar en posgrado imparten cátedra en las sedes foráneas. Se revisaron los registros en el área de control escolar de la institución y se identificó que ocho docentes habían atendido estudiantes de la MECID en algún semestre del periodo de referencia y en alguna de las sedes. Los ocho docentes participaron en el estudio. La distribución es la siguiente:

- a) Dos son mujeres y seis son hombres.
- b) Cuatro docentes impartieron clase a todas las generaciones de referencia, tres a tres de ellas, y uno, solamente a la generación 2014-2016.

El procesamiento de los datos recabados mediante los instrumentos EANLPEM y EENLPEEM, se llevó a cabo a través del paquete estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versión 24.0.

El análisis de los resultados se efectuó en dos etapas: en la primera, se realizó el análisis descriptivo abarcando los 28 rasgos del perfil de egreso y los tres ámbitos curriculares contemplados en el instrumento a partir de las medias aritméticas transforma-

das posteriormente en porcentajes; en la segunda etapa, se llevó a cabo el análisis de diferencia de grupos sin atribución causal, lo que permitió determinar el rol que desempeña la variable *Generación en la que egresó (que atendió)*, en el nivel de logro del perfil de egreso de la MECID del CAM. Para este último análisis, se emplearon los estadísticos *t* de *Student* y ANOVA de un solo factor, según fuese el caso, siendo la regla de decisión  $p < 0,05$ .

## Resultados

La media general obtenida en la aplicación del instrumento Escala de Autoevaluación del Nivel de Logro del Perfil de Egreso de la MECID (EANLPEM) fue 3.3. La media general obtenida en la aplicación del instrumento Escala de Evaluación del Nivel de Logro del Perfil de Egreso en Estudiantes de la MECID (EENLPEEM) fue 2.7. Al expresar los resultados en términos porcentuales e interpretarlos a partir de un baremo de tres valores (de 0 a 33 %, bajo; de 34 % a 66 %, medio; y de 67 % a 100 %, alto), se puede afirmar que los estudiantes que cursaron la Maestría en Educación, Campo Intervención Didáctica (MECID), en el Centro de Actualización del Magisterio (CAM) de Durango, presentan un nivel medio de logro del perfil de egreso, correspondiente al 66 % y 54 %, respectivamente.

Pese a que ambos valores se ubican en el nivel medio de logro, nótese que hay una diferencia de 12 puntos porcentuales, siendo más bondadosa la percepción de los estudiantes que, además, se localiza a un solo punto del nivel superior. Con relación a los tres ámbitos que integran las competencias profesionales del perfil de egreso, hay coincidencia en las percepciones de estudiantes y docentes, al determinar que las mayores fortalezas se encuentran en el ámbito Intervención.

**Tabla 2.** Valores obtenidos por ámbito, desde la perspectiva de estudiantes y docentes.

Ámbitos	Competencias profesionales	Valores obtenidos	
		Estudiantes	Docentes
Intervención	a) Analizar críticamente las nociones de <i>intervención didáctica</i> , las <i>aportaciones recientes en las didácticas especiales</i> y los <i>enfoques didácticos</i> establecidos en los currículos vigentes.	67 %	57 %
	b) Diseñar, implementar y evaluar propuestas de intervención didáctica que contribuyan a la solución, mejora o prevención de problemas de aprendizaje y enseñanza.		

Investigación	<b>c)</b> Investigar problemas de la práctica docente y fundamentarlos en <i>teoría formal y sustantiva</i> , así como en el método que corresponda a las intenciones del proyecto.	<b>66 %</b>	<b>52 %</b>
Psicosocial	<b>d)</b> Aplicar los conocimientos de las teorías <i>pedagógicas, psicológicas y sociales</i> en la planeación, desarrollo y valoración de situaciones de intervención.	<b>65 %</b>	<b>52 %</b>

Fuente: Elaboración propia.

Aunque los estudiantes reportan una diferencia mínima, y en el caso de los docentes, los valores son idénticos en los ámbitos Investigación y Psicosocial, nuevamente hay coincidencia entre ambas percepciones, al determinar que las mayores áreas de oportunidad se localizan en este último. Mientras los estudiantes sienten una paridad entre los niveles de logro de los rasgos del perfil de egreso de cada ámbito, los docentes sí consideran que hay una diferencia entre el desempeño que alcanzan los estudiantes en el ámbito Intervención, y los ámbitos Investigación y Psicosocial, al establecer un margen de cinco puntos.

La concreción de las competencias profesionales en índices empíricos a través de su operacionalización, proceso consolidado en el diseño de las escalas y su aplicación a estudiantes y docentes, permite establecer los niveles de logro de los rasgos específicos inherentes al perfil de egreso, en cada ámbito.

Los rasgos del perfil de egreso, en los que los encuestados manifiestan un mayor nivel de logro, son los siguientes:

**Tabla 3.** Rasgos de perfil de egreso con mayor nivel de logro.

Ámbitos	Rasgos del perfil de egreso	Valores obtenidos	
		Estudiantes	Docentes
Intervención	<b>a)</b> Diseñar secuencias didácticas que promuevan el desarrollo de competencias en mis (los) estudiantes.	<b>a) 73 %</b>	<b>a) 62 %</b>
	<b>b)</b> Elaborar propuestas fundamentadas de intervención didáctica, empleando estrategias y herramientas de investigación-acción, para la mejora de mis (las) prácticas de enseñanza.	<b>b) 71 %</b>	<b>b) 62 %</b>

Investigación	a) Obtener información empírica para identificar un objeto de estudio y diagnosticar problemas asociados a mi práctica docente.	a) 71 %	
	b) Definir la estructura y el formato de un informe final de investigación, aplicando la normativa APA.		b) 57 %
Psicosocial	a) Integrar en la reflexión de mi práctica profesional los conocimientos básicos sobre la relevancia, naturaleza, características y funciones de la teoría educativa.	a) 69 %	
	b) Establecer las relaciones que tienen en el proceso educativo el aprendizaje y la enseñanza, tomando como referencia el enfoque curricular por competencias.		b) 60 %

Fuente: Elaboración propia.

Al ser estos los rasgos del perfil de egreso en los que se obtuvieron los valores más altos, lo deseable es que, en el desarrollo de las actividades al interior de las asignaturas que conforman el plan de estudios, y de la dinámica de la MECID en general, los docentes involucrados intervengan en lo sucesivo, con perspectiva a mantener estos niveles de logro en próximas generaciones, y en lo posible, aumentarlos.

Los rasgos del perfil de egreso en los que los encuestados manifiestan un menor nivel de logro, son los siguientes:

**Tabla 4.** Rasgos de perfil de egreso con mayor nivel de logro.

Ámbitos	Rasgos del perfil de egreso	Valores obtenidos	
		Estudiantes	Docentes
Intervención	a) Interpretar adecuadamente los enfoques didácticos contemplados en el currículum vigente.	a) 63 %	
	b) Comprender la teoría curricular que sustenta los planes de estudio.	b) 64 %	
	c) Analizar el campo de la didáctica general y las didácticas especiales para orientar la intervención.		c) 50 %
	d) Evaluar los resultados generales de la PID tomando como referentes para organizar la información las dimensiones de aprendizaje de los alumnos, la eficacia de las estrategias didácticas y la influencia del contexto.		d) 52 %

Investigación	a) Definir la estructura y el formato de un informe final de investigación, aplicando la normativa APA.	a) 56%	
	b) Sistematizar y analizar información mediante el proceso de codificación y categorización para precisar el diagnóstico e informar sobre los resultados de la investigación.		b) 47%
	c) Revisar la pertinencia del contenido de un informe de investigación en cada una de sus fases a fin de garantizar su congruencia interna.		c) 47%
Psicosocial	a) Reconocer las implicaciones que tienen los descubrimientos sobre la cognición y el desarrollo humano para la enseñanza, así como su viabilidad para organizar y desarrollar mi intervención didáctica en situaciones y en contextos culturales complejos.	a) 61%	
	b) Comprender la utilidad de las teorías pedagógicas en la transposición curricular, la organización de la enseñanza y la mejora continua de los aprendizajes.		b) 47%

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de diferencia de grupos, particularmente en lo referente a la información proporcionada por los estudiantes egresados de la MECID del CAM, se puede observar que la variable *Generación en la que egresó* establece diferencias significativas en 11 ítems y, globalmente, en la variable nivel de logro del perfil de egreso. Los 11 ítems en los que esta variable influye son:

- a) Argumentar la complejidad y utilidad de la intervención didáctica para utilizarla como herramienta en el mejoramiento de mi práctica docente (nivel de significación 0,00).
- b) Conceptualizar la intervención didáctica para utilizarla como uno de los soportes teóricos en la justificación y argumentación de una propuesta (nivel de significación 0,01).
- c) Analizar el campo de la didáctica general y las didácticas especiales para orientar mi intervención (nivel de significación 0,00).
- d) Interpretar adecuadamente los enfoques didácticos contemplados en el currículum vigente (nivel de significación 0,02).
- e) Comprender la teoría curricular que sustenta los Planes de Estudio (nivel de significación 0,00).
- f) Elaborar propuestas fundamentadas de intervención didáctica, empleando estrategias y herramientas de investigación-

acción, para la mejora de mis prácticas de enseñanza (nivel de significación 0,03).

**g)** Evaluar los resultados generales de la PID tomando como referentes para organizar la información las dimensiones de aprendizaje de mis alumnos, la eficacia de mis estrategias didácticas y la influencia del contexto (nivel de significación 0,02).

**h)** Identificar las perspectivas teórico-metodológicas que apoyan la práctica de la investigación en torno a diseños relacionados con la intervención didáctica (nivel de significación 0,00).

**i)** Obtener información empírica para identificar un objeto de estudio y diagnosticar problemas asociados a mi práctica docente (nivel de significación 0,00).

**j)** Definir la estructura y el formato de un informe final de investigación, aplicando la normativa APA (nivel de significación 0,04).

**k)** Reconocer las implicaciones que tienen los descubrimientos sobre la cognición y el desarrollo humano para la enseñanza, así como su viabilidad para organizar y desarrollar mi intervención didáctica en situaciones y en contextos culturales complejos (nivel de significación 0,00).

Los primeros siete *ítems* se ubican en el ámbito Intervención (a, b, c, d, e, f, g), los siguientes tres corresponden al ámbito Investigación (h, i, j) y, el último, está dentro del ámbito Psicosocial (k). De las cuatro generaciones estudiadas (2014-2016, 2015-2017, 2016-2018 y 2017-2019), la 2014-2016 y la 2015-2017 son las que determinan las áreas en las que se tiene un menor logro del perfil de egreso.

**Tabla 5.** Áreas con menor logro del perfil de egreso, por generación.

Generación	2014-2016		2015-2017		
Indicadores	d, e	j	a, b, c, f, g	h, i	k
Ámbito curricular	<i>Intervención</i>	<i>Investigación</i>	<i>Intervención</i>	<i>Investigación</i>	<i>Psicosocial</i>

Fuente: Elaboración propia.

Al observar que los valores menores se localizaron en las primeras dos generaciones de estudio, se hizo una doble lectura: por una parte, ha habido una evolución, se percibe un mayor logro del perfil de egreso en las generaciones más recientes; por otra, no se pueden dejar de reconocer las áreas de oportunidad específicas que enfatizan las generaciones 2014-2016 y 2015-2017, porque no se ha intervenido sistemática y deliberadamente sobre ellas.

De manera concreta, la generación 2014-2016 experimentó debilidades en cuanto a la comprensión e interpretación de los enfoques de enseñanza y aprendizaje y la teoría que subyace al marco normativo de referencia; pero, además, respecto a la definición de la estructura y el formato del informe final de investigación, al tratar de atender las sugerencias planteadas en el Manual de Publicaciones de la Asociación Americana de Psicología (APA, por sus siglas en inglés).

La generación 2015-2017 tuvo dificultades en lo concerniente a la conceptualización y argumentación de la intervención didáctica, el análisis y selección de las didácticas generales y especiales, la elaboración de una propuesta fundamentada y su consecuente evaluación integral de las dimensiones de aprendizaje, la identificación de perspectivas teórico-metodológicas que apoyen la práctica de la evaluación, la recogida de información empírica para diagnosticar, y el reconocimiento de los avances en la cognición y sus posibilidades de aplicación en la enseñanza en diversos contextos.

En lo relativo a la perspectiva de los docentes, no se advierten diferencias significativas en el desempeño de los estudiantes que conformaron los grupos de las distintas generaciones de la MECID; en contraparte, se hace la valoración general acerca del nivel de logro del perfil de egreso por parte de los estudiantes, presentada previamente. Los docentes únicamente destacan deficiencias en dos *ítems*, uno del ámbito curricular intervención, otro del ámbito investigación:

- a) Conceptualizar la intervención didáctica para utilizarla como uno de los soportes teóricos en la justificación y argumentación de una propuesta (nivel de significación 0,03).
- b) Obtener información empírica para identificar un objeto de estudio y diagnosticar problemas asociados a la práctica docente (nivel de significación 0,04).

## Conclusiones

Respecto al primer objetivo de este estudio, al integrar las perspectivas de estudiantes y docentes, se puede afirmar que el logro del propósito y de los rasgos del perfil de egreso de la Maestría en Educación, Campo Intervención Didáctica (MECID), del Centro de Actualización del Magisterio (CAM) de Durango, se ubica en un nivel **medio** (66 % y 54 %).

Otras conclusiones relevantes derivadas del estudio se presentan a continuación. Con relación al segundo objetivo, acerca de los tres ámbitos que integran las competencias profesionales del perfil de egreso de la MECID, los encuestados determinaron que las mayores fortalezas se encuentran en intervención (67 % y

57 %), mientras que las áreas de oportunidad más sentidas las ubican en el ámbito psicosocial (65 % y 52 %).

En lo relativo al tercer objetivo del estudio, alumnos y docentes coinciden respecto a que los rasgos del perfil de egreso en los que se tiene un mayor nivel de logro son: Diseñar secuencias didácticas que promuevan el desarrollo de competencias en mis (los) estudiantes (73 % y 62 %) y; Elaborar propuestas fundamentadas de intervención didáctica, empleando estrategias y herramientas de investigación-acción, para la mejora de mis (las) prácticas de enseñanza (71 % y 62 %).

Los rasgos del perfil de egreso en los que los estudiantes experimentan un menor nivel de logro son: Comprender la utilidad de las teorías pedagógicas en la transposición curricular, la organización de la enseñanza y la mejora continua de los aprendizajes (47 %); Sistematizar y analizar información mediante el proceso de codificación y categorización para precisar el diagnóstico e informar sobre los resultados de la investigación (47 %); Revisar la pertinencia del contenido de un informe de investigación en cada una de sus fases a fin de garantizar su congruencia interna (47 %); Analizar el campo de la didáctica general y las didácticas especiales para orientar la intervención (50 %); Evaluar los resultados generales de la PID tomando como referentes para organizar la información las dimensiones de aprendizaje de los alumnos, la eficacia de las estrategias didácticas y la influencia del contexto (52 %); Definir la estructura y el formato de un informe final de investigación, aplicando la normativa APA (56 %).

Sobre el cuarto y último objetivo del estudio, se encontró que la variable *Generación en la que egresó* tiene un efecto modulador, al establecer diferencias significativas entre los grupos. La generación 2014-2016 señala que es necesario fortalecer la interpretación de los enfoques didácticos contemplados en el currículo vigente y la comprensión de la teoría curricular que sustenta los Planes de Estudio. Por su parte, la generación 2015-2017 destaca, entre otras cuestiones, debilidades en: Argumentar la complejidad y utilidad de la intervención didáctica para utilizarla como herramienta en el mejoramiento de la práctica docente; Conceptualizar la intervención didáctica para utilizarla como uno de los soportes teóricos en la justificación de la propuesta; Elaborar propuestas fundamentadas de intervención didáctica, empleando estrategias y herramientas de investigación-acción; Obtener información empírica para identificar un objeto de estudio y diagnosticar problemas asociados a la práctica docente.

Los resultados obtenidos y las conclusiones elaboradas conducen a trazar algunas líneas de acción a considerar en la actualización del Plan y los Programas de Estudio de las distintas asignaturas que componen la Maestría en Educación, Campo Intervención Didáctica (MECID), del Centro de Actualización del Magisterio (CAM) de Durango:

**a)** Respecto al ámbito curricular intervención, es importante asegurar las condiciones académicas idóneas para que los estudiantes continúen elaborando propuestas de intervención didáctica fundamentadas, diseñadas a partir de secuencias orientadas al desarrollo de competencias. Se sugiere que en un seminario permanente, en el que participen docentes y estudiantes, y cuyo eje sea la Investigación acción para la mejora continua del diseño y operación de la MECID, se valoren las fortalezas en las prácticas de enseñanza, pero que también se identifiquen áreas de oportunidad respecto al enfoque y el tratamiento de contenidos como: Didáctica general y didácticas especiales, Interpretación de los enfoques didácticos planteados en el currículum vigente, Comprensión de teoría curricular, Concepción y argumentación de la Intervención Didáctica, y Evaluación de los resultados generales de la Propuesta de intervención didáctica.

**b)** Con relación al ámbito investigación, la prioridad debe estar en el desarrollo de habilidades investigativas en el estudiante de posgrado; es decir, se debe optar por una perspectiva más práctica. Se sugiere alcanzar este propósito a partir del reajuste de contenidos desde el primer semestre, haciendo explícitos en el abordaje procesos metodológicos como: Elaboración del diagnóstico; Obtención, sistematización y análisis de información empírica mediante procedimientos de codificación y categorización; Revisión de la pertinencia del contenido del informe de investigación; Definición de la estructura y el formato del informe, aplicando la normativa del Manual de Publicaciones APA (incluida la relativa a la citación y la referenciación).

**c)** Finalmente, en lo concerniente al ámbito psicosocial, debido a los resultados obtenidos, la propuesta de actualización debería tener implicaciones más profundas. Se sugiere hacer una revisión estructural de los espacios curriculares integrados en este ámbito, pero, además, es menester imprimirles una lógica inductiva a las asignaturas, en correspondencia al proceso de Investigación acción que emprenden los estudiantes desde el inicio del trayecto formativo. También es necesario, que más allá del estudio sistemático de distintas posturas teóricas, los docentes brinden recursos a los estudiantes para que construyan una perspectiva teórico-conceptual propia, que les permita comprender a cabalidad su problema de investigación y, por ende, sustentar la Propuesta de intervención didáctica.

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

## Referencias

- Amor, M. y Serrano, R. (2019). The generic competences in the initial teacher training. A comparative study among students, teachers and graduates of university education degree. *Educación XX1*, 22(1), pp. 239-261. doi: 10.5944/educXX1.21341
- Barrera, S. (2009). Evaluación del perfil de egreso en programas de pedagogía, una experiencia piloto en la Universidad Católica Silva Henríquez (UCSH). *Foro Educativo*, 16, pp. 85-120. doi: 10.29344/07180772.16.621
- Barrera, S. (2011). Evaluación del perfil de egreso y prácticas profesionales en estudiantes de Pedagogía en Educación Básica, en la Universidad Católica Silva Henríquez (UCSH). *Foro Educativo*, 19, pp. 175-208. doi: 10.29344/07180772.19.859
- CAM (2014). *Plan de Estudios de la Maestría en Educación, Campo Intervención Didáctica*. México: CAM.
- Cardoso, E., Cerecedo, M. y Ramos, J. (2011). Propuesta para evaluar la calidad de un programa de posgrado en educación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 55(2), pp. 01-12. doi: 10.35362/rie5521612
- Carrera, C., Lara, Y. y Madrigal, J. (2019). Evaluación del logro del perfil de egreso. Un estudio de caso. *Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa (RECIE)*, 2(4), pp. 1019-1028.
- Castañeda, M., Valenzuela, G. y Gómez, E. (2015). Evaluación del perfil de egreso de la Licenciatura en Psicopedagogía, el caso de una institución de Educación Superior privada del Estado de Tlaxcala. *Memoria del Congreso Internacional de Educación Currículum 2015*. Tlaxcala: UAT.
- CINDA (2017). *Evaluación del logro de perfiles de egreso: experiencias universitarias*. Chile: CINDA.
- Escudero, J., González, M. y Rodríguez, M. (2018). Los contenidos de la formación continuada del profesorado: ¿Qué docentes se están formando? *Educación XX1*, 21(1), pp. 157-180. doi: 10.5944/educXX1.20183
- Figueroa, S., Bernal, B. y Andrade, C. (2010). Evaluación de un programa mexicano de Maestría en Psicología desde la perspectiva del egresado: Un estudio sobre los indicadores de calidad. *Revista de la Educación Superior*, 39(153), pp. 23-42.
- Guzmán, I., Marín, R. y González, A. (2010). Evaluación de competencias docentes: Una experiencia en tres posgrados en educación. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 3(1e), pp. 264-286.
- Hogan, T. (2015). Pruebas psicológicas. *Una introducción práctica*. México: Manual Moderno.
- Llorent, V., Zych, I. y Varo-Millán, J. (2020). Competencias socioemocionales autopercebidas en el profesorado universitario en España. *Educación XX1*, 23(1), pp. 297-318. doi: 10.5944/educXX1.23687
- Lu, Q., Zhang, H. y Wei, B. (2018). Exploration of the variety of teachers' VNOS in China: Is the "step-over development" approach effective? *Asia-Pacific Science Education*, 4(5), pp. 01-23. doi: 10.1186/s41029-018-0023-6
- Martínez, L. (2015). Evaluación del perfil de egreso: primer paso para la reformulación del currículum. *Revista de Investigación Educativa*, 21, pp. 210-221. doi: 10.25009/cpue.v0i21.1711
- Möller, I. y Gómez, H. (2014). Coherencia entre perfiles de egreso e instrumentos

- de evaluación en carreras de Educación Básica en Chile. *Calidad en la Educación*, 41, pp. 17-49. doi: 10.4067/S0718-45652014000200002
- Muñoz-Fernández, G., Rodríguez-Gutiérrez, P. y Luque-Vílchez, M. (2019). La formación inicial del profesorado de educación secundaria en España: perfil y motivaciones del futuro docente. *Educación XXI*, 22(1), pp. 71-92. doi: 10.5944/educXXI.20007
- Olivos, M., Voisin, S. y Fernández, J. (2015). Evaluación del perfil de egreso de profesores de francés por parte de los empleadores: propuestas de mejora y desarrollo. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 15(1), pp. 01-16. doi: 10.15517/aie.v15i1.17590
- Pérez, A. (2012). Contribución al perfil de egreso. *Memoria del Foro 2012 de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México*. Ciudad de México: UNAM.
- Ramos, J., Menéndez, A. y Martínez, B. (2016). Evaluación de un programa de maestría en educación en México, a través de la MSS. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 15(28), pp. 29-54. doi: 10.21703/rexe.20162829542
- Reyes, M. y Toxqui, J. (2013). El seguimiento de egresados en la evaluación del perfil de egreso. *Memoria de la Conferencia Internacional INFOACES. Un Sistema de Información para las Universidades Latinoamericanas*. México: UPV.
- Riquelme, P., Ugüño, A., Del Valle, R., Jara, E. y Del Pino, M. (2017). Desafíos para la evaluación del perfil de egreso, aproximaciones conceptuales, en *Evaluación del Logro de Perfiles de Egreso: Experiencias Universitarias*, pp. 19-37. Chile: CINDA.
- Rojas-Morales, M. (2010). *Evaluación del logro en el perfil de egreso de un programa de formación por competencias profesionales*. Tesis doctoral, Doctorado Interinstitucional en Educación. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana, Ciudad de México.





**[INNOVUS]**



# Enseñanza de los vectores con la red de actividades del pararrayos. Un Estudio de Clases virtual en Ingeniería Química Industrial

Fabiola Escobar Moreno  
Guillermina Ávila García  
Liliana Suárez Téllez  
Instituto Politécnico Nacional

## **Resumen**

Con el objetivo de incorporar resultados de investigación a la docencia universitaria, se presenta un Estudio de Clases virtual del tema de vectores. A partir de un marco teórico articulado con Estudio de Clases y el modelo 5E, se diseñó un problema con una red de actividades para favorecer la contextualización en Física y Matemáticas, y aproximar a los estudiantes a realidad laboral. Fue un estudio de caso analizado con triangulación metodológica con cuatro ciclos de observación; contraste con lista de cotejo y valoración de la percepción estudiantil. Hay mejora en la contextualización del aprendizaje de los vectores concurrentes, los estudiantes evalúan positivamente la innovación didáctica y las profesoras reconocen áreas de mejora en la colegialidad. Se concluye que, aunque la incorporación de los marcos y herramientas de la investigación en la planeación de una clase es lenta y exigente, la experiencia de aprendizaje para los estudiantes es integral y contextualizada.

## **Palabras clave**

Análisis vectorial, Enseñanza de la Física, Estudio de Clases, Modelo 5E, Investigación Educativa, Resolución de problemas.

## Teaching of vectors with the activity network of the Lightning Rod. A virtual Lesson Study in Industrial Chemical Engineering

## **Abstract**

With the aim of incorporating research results into university teaching, a virtual Lesson Study on the subject of vectors is presented. Using a theoretical framework articulated with the Lesson Study and the 5E model, a problem with a network of activities was designed to favor contextualization in Physics and Mathematics and bring students closer to work reality. It was a case of study analyzed with methodological triangulation with four observation cycles; contrast with checklist and assessment of student perception. There is an improvement in the contextualization of the learning of the concurrent vectors, the students positively evaluate the didactic innovation and the teachers recognize areas for improvement in collegiality. It concludes that, although the incorporation of research frameworks and tools in class planning is slow and demanding, the learning experience for students is comprehensive and contextualized.

## **Keywords**

Vector analysis, Physics Teaching, Lesson Study, Model 5E, Educational Research, Problem solving.

**Recibido:** 14/01/2021  
**Aceptado:** 28/01/2022

## Introducción

En Física muchos de los fenómenos se analizan y modelan haciendo uso de vectores. El análisis vectorial es un tópico complejo a nivel cognitivo para los estudiantes universitarios de acuerdo con Gutiérrez y Martín (2015). La dificultad se debe a que se representan en un sistema de coordenadas polares o coordenadas cartesianas y éstas deben analizarse desde el punto de vista geométrico, asociado al fenómeno físico que se está estudiando. Karnam y otros (2020) explican que: “el texto estático y las figuras de los libros de texto están limitados para transmitir la naturaleza dinámica de las estructuras formales, como los vectores” (p.448), lo que obliga a diseñar experiencias de aprendizaje que vayan más allá.

No obstante, la instrucción de tópicos clásicos y fundamentales en la formación de ingenieros como lo son el tema de vectores concurrentes se sigue instruyendo con la clase magistral. Notaroš (2013) documenta que cuando el análisis de vectores es enseñado tradicionalmente, debido a la abstracción de análisis vectorial, es “pobremente recibido y no apreciado por los estudiantes” (p. 337). Al respecto, los docentes debemos ser promotores del uso articulado de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Un enfoque que invita a esta articulación de forma holística es STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por sus siglas en inglés), la cual tiene mejores resultados cuando se entrelaza con otras metodologías de aprendizaje, refieren Almaraz y López (2018); Domènech, Lope y Mora (2019). Por lo que se propone, a partir de la Educación STEM, es utilizar el estudio de clases y la metodología 5E de forma articulada para el abordaje del tópico vectores concurrentes.

Esta indagación utiliza el estudio de clases y la metodología 5E, mediada por STEM. La necesidad de utilizar la acreditada metodología japonesa para contrastar resultados *versus* hacer clases replicando como fuimos instruidos, se hace imperativo si realmente se quiere formar egresados de la Ingeniería Química Industrial de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional de México (IPN), listos para la Cuarta Revolución Industrial.

Se ratifica que la indagación se realiza basada en dos marcos teóricos: estudio de clases y modelo 5E, para contribuir al aprendizaje contextualizado del tema vectores concurrentes, enmarcado en la Educación STEM. De lo anterior, se formula la pregunta de investigación: ¿En qué medida se mejora y sostiene el aprendizaje contextualizado de los vectores concurrentes en los estudiantes de la ESQIE con la secuencia didáctica propuesta?

El objetivo de esta indagación prueba la relevancia de usar el Estudio de Clases mediado por el modelo 5E para entender cómo propiciar aprendizajes contextualizados y aproximar a los estudiantes a su futura realidad laboral.

Este artículo lo constituyen ocho apartados, que comienzan con una breve descripción del contexto de estudio; estado del arte de la Educación STEM; articulación del Estudio de Clases y el modelo 5E. Así como la descripción del proceso de realización del problema: el pararrayos; la puesta en escena; el diseño metodológico; resultados y discusión; finalmente las conclusiones.

## Contexto de estudio

De acuerdo con *Educativa* (2010), La ESIQIE es la escuela pública más importante en México para la formación de la fuerza laboral de la industria química, petroquímica y minera (p. 7). Con una tradición de más de 85 años, una plantilla docente de casi 600 profesores y más de 6 000 estudiantes (ESIQIE, s.f.), ésta tiene el compromiso irrenunciable de la formación de la fuerza laboral con las habilidades necesarias para la Cuarta Revolución Industrial y Tecnológica.

No obstante, al menos en lo relativo a la Academia de Física en la ESIQIE, la instrucción continúa siendo tradicional (se basa en la repetición-recepción), señalan Escobar y Nava (2019). Y, ante la crisis mundial derivada de la pandemia por Covid-19, la inclusión de la tecnología fue ineludible, para dar continuidad a los planes y programas de estudio. Pero, la tecnología no cambió la metodología, porque continuó con la clase magistral. Así, producto de la capitalización de áreas de mejora (Polivirtual IPN-DEV, 2020), se hizo necesario replantear la dinámica de las sesiones virtuales.

La invitación por parte del IPN a través Plan de inicio del semestre 21-1 en línea del Instituto Politécnico Nacional (IPN, 2020), versó en la creación de aulas virtuales; utilizar videoconferencias; utilizar metodologías de aprendizaje activo; diseñar actividades de aprendizaje con propósito y retadoras; usar tecnologías aplicadas al conocimiento y, en sustitución de laboratorios, emplear las simulaciones y además, muy importante, retroalimentar a los estudiantes, preferentemente señalando áreas de mejora. Dicha moción fue el motor de la materialización de esta propuesta que, a continuación, se describe.

## Educación STEM

Esta propuesta es inédita en la ESIQIE del IPN, ya que ningún grupo de profesores o Academia hace estudio de clases. Además, la articulación de la ciencia (física), el uso de la tecnología (*Google Classroom* y *GeoGebra*), la ingeniería (problema de ingeniería en la industria química) y las matemáticas (vector, ente matemático); es el componente clave de la educación STEM. Como se aprecia, el

enfoque de la propuesta desde el inicio se diseña integrando todas las disciplinas aproximando a la futura realidad laboral a los estudiantes, estimulando sus ideas, la argumentación científica, el uso de la tecnología, es decir, el desarrollo de habilidades es patente como lo refrendan Coello, Crespo, Hidalgo y Díaz (2018). Por lo tanto, la propuesta está inserta en las habilidades relevantes que demanda la Cuarta Revolución Industrial y Tecnológica de acuerdo con Movimiento STEAM México (2020).

### Articulación del Estudio de Clases y Modelo 5E

La metodología japonesa denominada Lesson Study, cuya traducción al español es: Estudio de Clases, tiene una tradición en el país oriental que data de hace más de un siglo; pero en América Latina su uso es incipiente desde hace apenas una década como indican Olfos, Isoda y Estrella (2020). Originalmente se diseña para matemáticas, sin embargo, esto no es una limitante para extrapolarla a una ciencia fáctica como la física.

Como previamente hemos descrito, se realiza un estudio de clases con apego a la filosofía de la metodología japonesa que consiste, de acuerdo con Isoda y Olfos (2010), en planificar, implementar y observar una clase, para posteriormente reflexionar y discutir sobre la misma y mejorar sostenidamente el aprendizaje (p. 39).

Se destaca el uso congruente de un marco teórico que pusiera en el centro del proceso del aprendizaje al estudiante y el cual provocara que el rol del profesor fuese coherente, ya que, a través de actividades secuenciadas y organizadas, los alumnos pueden formular una mejor comprensión del conocimiento, actitudes y habilidades científicas y tecnológicas (Bybee y otros, 2006, p. 1).

El uso en Física universitaria del modelo 5E ha sido documentado por Ergin (2012); Escobar y Luna (2020). Éstos reportan buenos resultados en relación con los aprendizajes esperados. Por lo que, a partir de estos dos enfoques se forma un marco teórico articulado.

**Cuadro 1.** Fases del Modelo 5E y actividades propuestas.

Fase del Modelo 5E	Actividades de aprendizaje
Enganche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sopa de letras.</li> <li>• Mapa conceptual con las palabras encontradas.</li> </ul>
Exploración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios con el <i>software</i> GeoGebra.</li> <li>• Lectura sobre Sistemas de coordenadas cartesianas, representación de vectores y suma de vectores por componentes de Bauer y Westfall (2011).</li> <li>• Control de lectura.</li> </ul>
Explicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de un ejercicio de vectores concurrentes (Video de elaboración propia).</li> </ul>
Elaboración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución del problema "pararrayos": Su lectura, análisis y propuesta de solución.</li> </ul>
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración de los productos de aprendizaje. Cada actividad es parte de la nota del estudiante, lo que permite medir el nivel de logro y cumplimiento (cuantitativamente) de cada estudiante. El problema pararrayos se evalúa con una rúbrica adaptada de Escobar, Ramírez y Ruiz (2020).</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Así, describimos cada una de las etapas que señala la metodología Estudio de Clases que se deben realizar, con la peculiaridad de que se realizó una adaptación al contexto de estudiantes mexicanos, a la física y a la virtualidad, porque la metodología se diseñó para estudiantes japoneses, la matemática y la presencialidad.

### Planificación de la clase

Siguiendo las recomendaciones establecidas para hacer un estudio de clases, éste se debe efectuar de forma colegiada, congregando a un mínimo de tres integrantes y con la característica del desarrollo de aprendizaje profesional Dudley (s.f. p. 12). Este grupo de profesoras estuvo integrado por un ingeniero químico, un físico y un matemático educativo. Todas con un punto de confluencia, interés en mejorar, estandarizar y profesionalizar la docencia, así como el uso y aplicación de la investigación educativa para optimizar aprendizajes de matemáticas y física en los estudiantes de ingeniería.

Entonces, si se parte de la planificación de acuerdo con el Estudio de Clases, esto implica disposición a cambios e innovaciones, la cual es carente en la mayor parte del profesorado universitario en México que se ha formado de forma empírica. Adicional, la mayoría de los docentes se autoevalúan como eficaces en lo relativo al Conocimiento Didáctico del Contenido como lo señalan Melo, Cardona y Martínez (2018).

En contraste, otros docentes saben que lo que hacen habitualmente ha dejado de tener vigencia, esto lo revela un estudio de percepción realizado por Gutiérrez, Piñón y Sapién (2020) a profesores universitarios de la Universidad Autónoma de Chihuahua en México; los cuales reconocen que, una forma innovadora de enseñar sería a partir de situaciones reales y pertinentes; no obstante, son conscientes de que no tienen desarrollada la competencia de indagación.

En este tenor se coincide con lo que establece Monroy (2017): la planeación didáctica es concebida por los profesores como un requisito administrativo y eso refuerza la creencia de que sólo somos transmisores de conocimientos y, por ello, es más conveniente y oportuno replicar las prácticas automatizadas que innovar (p. 123). De este análisis surge el cuestionamiento: ¿cómo pedir a los estudiantes ser creativos, proactivos e innovadores cuando el docente interactúa y hace locuciones para el pizarrón y se limita a recitar lo que dice otro autor?

Por tanto, esta propuesta satisface a cabalidad con esta característica; porque se planeó de forma sistematizada, inicialmente, analizando el contexto, el programa de estudios y la relevancia de un tema específico y medular para el aprendizaje de la física, dado que varios fenómenos como: diagramas de cuerpo libre, colisiones, sistemas estáticos, dinámicos, interacción de fuerza electrostática, campo magnético, entre muchos otros, se modelan con vectores concurrentes.

Después, indagando la metodología que se alinea a la Educación 4.0 que exhorta el IPN: “Educación en espacios virtuales con propósitos académicos y laborales acordes a las necesidades de la comunidad” (IPN, 2019, p. 7). Se decantó por el modelo 5E, el cual es *ad hoc* para el aprendizaje de las ciencias fácticas.

Una vez definida la planeación para el tópico, se procedió a la puesta en escena (más adelante se explicará a detalle), pero, con la peculiaridad de montarla en formato virtual, en la plataforma Google *Classroom*, debido a que desde marzo del 2020 en el IPN y en México las clases se virtualizaron debido a la pandemia causada por el virus Covid-19.

## Observación de la clase

El proceso de observación se efectuó en cuatro ciclos, a través del sistema de videoconferencias *Meet*, los estudiantes y las profesoras estuvieron conectados haciendo y supervisando, respectivamente, la realización de cada una de las actividades propuestas. Para este proceso, se decidió elaborar una lista de cotejo que permitiera analizar situaciones explícitas e implícitas de la secuencia didáctica, en resultados y discusión, se muestran los hallazgos producto de este instrumento. Véase *tabla 1*.

**Tabla 1.** Lista de cotejo para observación de clase.

criterio	Si	No
1. El grupo se muestra con disposición para realizar las actividades.		
2. Es suficiente el tiempo estipulado para cada actividad.		
3. Las instrucciones son claras para los estudiantes.		
4. Los estudiantes verbalizan sus dudas e inquietudes.		
5. El docente muestra disposición para responder dudas e inquietudes.		

*Fuente:* Elaboración propia.

## Discusión de la clase

En relación con este paso, derivado de la puesta en escena, se considera que éste es otro medio de profesionalizar a los docentes, porque este espacio permite la crítica constructiva y reflexión de las eventuales debilidades de la secuencia didáctica; del valor pedagógico de las actividades; de las actitudes del docente y del estudiante; sin embargo, las docentes previeron varios escenarios antes de la puesta en escena, basándose en una actividad denominada análisis didáctico, véase *tabla 2*.

**Tabla 2.** Análisis didáctico de secuencia didáctica vectores concurrentes.

Análisis didáctico	
Objetivo de la actividad: ¿Qué espero? ¿Cuál es la relevancia de los vectores en el aprendizaje de la física?	Interés de los estudiantes. En la física muchos fenómenos se modelan con vectores.
Escenarios esperados: ¿Cuáles dificultades consideramos se pueden enfrentar los estudiantes? ¿Qué preguntas esperas tener que responder? Y ¿Cómo responderías a tus estudiantes?	Desesperación, porque implica proponer, indagar, crear, razonar. Respecto a las preguntas, ¿qué quiere que hagamos?; ¿lo estoy haciendo bien?; ¿qué tipo de propuesta quiere?; ¿cuántas páginas debo reportar?; ¿puede darme más datos? Respuestas del profesor: discute con tus compañeros, investiga, responde y discute con ellos las preguntas guía.
¿Cuáles <b>habilidades</b> consideras aprenden los estudiantes con esta habilidad?	Argumentación técnico-científica; discusión; indagación; uso de tecnologías de información (GeoGebra); toma de decisiones.
<b>Actitud</b> (descriptores) alumnos y profesores.	Frustración, desesperación, impaciencia.
De acuerdo con la experiencia, describe las <b>interacciones</b> que se generan: a) Entre alumno-alumno b) Entre alumno-profesor	Discuten entre pares, intercambian ideas, se explican de forma más clara entre ellos. Los estudiantes formulan muchas dudas y el profesor debe responder de forma afable.
¿Qué harías si la actividad no resulta? Es decir, si los alumnos entran en pánico y no hacen nada. ¿Cómo resolverías esta situación?	Instar a la lectura, hacerles preguntas, en grupo analizar las respuestas y retomar las más congruentes y dar forma a sus ideas.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis didáctico es una herramienta que permite anticipar situaciones no ponderables en los procesos en enseñanza y aprendizaje, es un instrumento para el profesor, desarrollado por Suárez y Ruiz (2016), con el propósito de minimizar la improvisación docente y maximizar el aprendizaje del estudiante: “El comentario didáctico de la actividad se refiere al objetivo del problema en términos de las posibles soluciones, a las distintas vías que puede seguir un estudiante para avanzar en la realización de la actividad con la aplicación de las estrategias correspondientes y describe la articulación de las representaciones.” (p. 851).

Sobre la crítica entre profesores, señalan Rock y Wilson (2005) es relevante que los docentes recibamos retroalimentación de nuestros pares, es un beneficio para continuar en el círculo virtuoso de la mejora continua.

## Mejoras de la clase

Respecto a las mejoras, se considera que se debe realizar un tutorial para el manejo de GeoGebra, pese a que se realizó un documento descriptivo de los pasos que debían hacer, los estudiantes no lo consultaron. También se reflexiona que se debe diseñar una actividad basada en el método socrático para el análisis del problema con el profesor, para que en la medida de lo posible responda a esas dudas de forma orientadora, no resolutive.

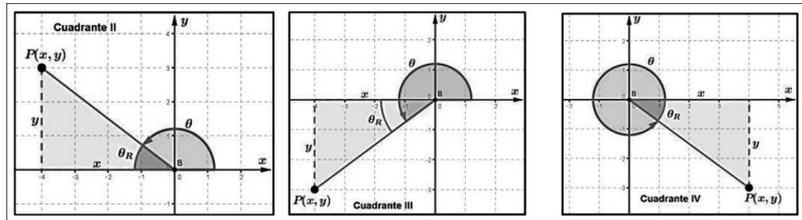
### *Proceso de realización del problema: El pararrayos*

De acuerdo con el aspecto dogmático del Estudio de Clases, si se pretende desarrollar habilidades de orden superior, no se logrará con actividades que tiendan a la mecanización, se requieren problemas y de preferencia inéditos, además, que despierten el interés de los estudiantes por aprender, ése fue el motor para la elaboración del pararrayos. No obstante, la elaboración de problemas es una actividad intelectual demandante, sobre todo porque no hay una metodología para la elaboración de éstos de acuerdo con la investigadora de la Universidad de Delaware, Dush (s.f.).

Sin embargo, se encontró una guía productiva en la propuesta de Camarena (2013), a través de DIPICING, originalmente elaborada para diseñar programas de estudio de ingenierías, ésta se puede adaptar para la realización de problemas, si se toman en cuenta las etapas central y consecuente, las cuales estimulan la revisión de los contenidos en los libros de texto (física universitaria) y la consulta a profesionales en activo vinculados a la industria, para la que se está formando a los futuros egresados, respectivamente. En nuestro caso se consultaron ingenieros en activo de la industria química.

De la revisión de la literatura, se encontró que el tópico estaba ligado a la geometría; porque los vectores concurrentes se modelan como un círculo trigonométrico unitario, ya que éste permite representar el valor de una función trigonométrica como la longitud de un segmento de recta, de acuerdo con Cuéllar (2010, p. 265). Adicional, otra dificultad está en el uso correcto del signo el cual está dado por la dirección del segmento de recta, véase *figura 1*.

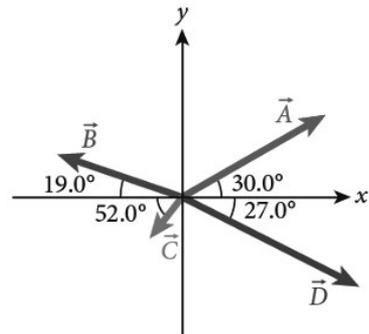
**Figura 1.** Círculo unitario en tres cuadrantes. Fuente: Cuéllar (2010, p. 265).



Lo que se encontró en los libros de física son los típicos ejercicios que implican una respuesta cerrada, basada en una receta, es decir, hacer la descomposición vectorial; sumar términos semejantes, aplicar el teorema de Pitágoras para encontrar fuerza resultante, véase *figura 2*.

**Figura 2.** Ejercicio propuesto para vectores concurrentes. Fuente Bauer y Westfall (2011, p. 36).

Encuentre los componentes de los vectores  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$ ,  $\vec{C}$ , y  $\vec{D}$ , cuyas longitudes están dadas por  $A = 75.0$ ,  $B = 60.0$ ,  $C = 25.0$ ,  $D = 90.0$ , y sus ángulos son como se muestra en la figura. Escriba los vectores en términos de vectores unitarios.



Del ejercicio anterior, se concuerda con la visión de Isoda y Olfos (2010, p. 101), el cual sirve para ejercitar al estudiante, esto es más cercano al aprendizaje reproductivo, no reflexivo; porque no permite la reconstrucción de los aprendizajes del estudiante al integrar sus conocimientos.

Así, del proceso de discusión y reflexión emanado de la metodología estudio de clases, se diseña el problema con auspicio de un experto en la industria química y entrelazando la visión formativa y pedagógica, como previamente se mencionó de un ingeniero químico, un físico y un matemático educativo. Esto dio como resultado el problema inédito: el pararrayos; así como preguntas para que los estudiantes encontrarán regularidades.

En SosaTec (planta química) se requiere colocar otro pararrayos que debe colocarse a 7 metros con respecto al suelo. El presupuesto es limitado; pero tiene alta prioridad la seguridad. Elabora tres propuestas sobre la disposición de los cables y el número de éstos; éstos deben concurrir en el pararrayos. Considera que el pararrayos tiene una masa de 250 Kg y una longitud de 2 m. Cada propuesta debe estar esbozada y debes justificar qué tensión recomendarías para cada cable y su respectivo ángulo.

Preguntas guía, responder en la fase de análisis individual y discutir con tus compañeros.

¿Sobre cuál punto deben coincidir los cables?

¿Cómo establecerán la fuerza que actuará por la acción del cable?

¿Consideras que el material de los cables que usarás para fijar el pararrayos es importante, cuál usarías y por qué?

¿Debido a la altura donde se colocará el pararrayos, consideras relevante considerar la velocidad del viento?

El problema es del tipo no estructurado o abierto, es decir, es una situación que no tiene una respuesta única y de la cual no se dispone un algoritmo o método heurístico, para su solución que requiere: "...ser flexibles, fecundos en recursos pertinentes, administrar los conocimientos y comprender las reglas del juego, tácitas o declaradas" (Suárez y Ruiz, 2016, p. 846). De lo anterior, se concreta esta propuesta, ya que otros autores se limitan a señalar las dificultades, como Flores, González y Herrera (2007); otras indagaciones como la realizada por Luque (2019) se centra en comprobar si una metodología mejora el índice de aprobación respecto al tema de vectores. Indagaciones interesantes, pero, que no resuelven el problema neurálgico que es integrar y mejorar sostenidamente los conocimientos.

Por tanto, es urgente hacer propuestas para coadyuvar a mejorar los aprendizajes. Y de acuerdo con las tendencias como lo es la Educación 4.0, es prescriptiva una formación profesional contextualizada, puesto que eventualmente proveerá de mayores habilidades y, por ende, competitividad a los futuros egresados, además de incrementar sus posibilidades de inserción, adaptabilidad a los cambios y permanencia laboral, señalan Escobar y Ramírez (2020).

## Materiales y métodos

Esta indagación fue cualitativa, un estudio de caso, ya que, a través del uso correcto de las herramientas que provee esta metodología, se legitima la investigación, mostrando cómo se conecta la academia y la empresa de acuerdo con Yacuzzi (2005), con el estudio de caso se pretendió analizar a profundidad todo el proceso a través del análisis didáctico, lista de cotejo y de la puesta en escena de la

secuencia didáctica, de los ciclos de observación, del análisis y reflexión, permitiendo hacer registros, adecuaciones y valoraciones tanto de las actitudes de las docentes como de los estudiantes.

Respecto a la muestra estuvo constituida por 70 estudiantes, todos de nuevo ingreso y con un rango de edad de 18 a 28 años. Segmentados en dos grupos que cursan mecánica clásica (unidad de aprendizaje de formación básica y obligatoria para la licenciatura de Ingeniería Química Industrial) en el ciclo escolar 2021-1, en la ESIQIE en formato virtual montada en Google *Classroom*. La selección de ésta fue aleatoria simple, de acuerdo con Manterola y Otzen (2015).

Además, se analizaron fuentes primarias en cuatro bases de datos (Scopus, Google Académico, *Wiley Online Library* y ERIC). Las fuentes se seleccionaron atendiendo a las palabras clave: estudio de clases; modelo 5E, física, contextualización del aprendizaje, vectores. Los instrumentos para la recolección de datos, tales como: lista de cotejo, análisis didáctico, encuesta de satisfacción, todos fueron realizados por las autoras de este artículo.

Los resultados se analizaron a través de triangulación metodológica; porque afirma Forni y De Grande (2020), se combinaron convenientemente dos perspectivas metodológicas; el proceso se hizo en el seno de un equipo de investigación multidisciplinario que contraargumenta ideas para reducir los eventuales sesgos que tiene la investigación cualitativa; se analizaron los cuatro ciclos de observación y se contrastaron con la lista de cotejo; también se valoró la percepción de los estudiantes de la propuesta, cuyos datos se procesaron con escala tipo Likert. Finalmente, los productos de aprendizaje se valoraron con una rúbrica adaptada para el tópico de vectores de Escobar, Ramírez y Ruiz (2020) previamente enviada a los estudiantes.

### *Puesta en escena*

La secuencia didáctica se montó en aulas virtuales, porque los grupos se atienden por separado en días y horarios diferentes. Como se aprecia, se diseñaron actividades entrelazadas con alto valor pedagógico, cuya base fue el modelo 5E, robusteciendo el canon sobre la necesidad de proporcionar a los estudiantes un andamiaje cognitivo previo al enfrentarlos a un problema como el pararrayos, como sugieren Carcavilla y Escudero (2004).

En este tenor, se coincide con Suárez y Ruiz (2016, p. 850): los docentes debemos proponer redes de actividades para un aprendizaje complejo y preciso; así, dichas actividades se pueden concatenar de diversas formas para el cumplimiento de diversos objetivos didácticos, o bien diferentes niveles cognitivos. En la *tabla 2* se detallan pormenores de la secuencia didáctica.

**Tabla 2.** Secuencia didáctica para resolver el pararrayos.

Objetivos	Número de sesiones	Actividad	Individual/ Equipo/ Grupal	TIC Aula virtual, Google Classroom	Tiempo estimado (minutos)	Valor (%)
a) Identificar las palabras asociadas al tema de vectores	1	Sopa de letras	Individual	X	9	5 %
b) Retener los conceptos relacionados con la Ecuación de Bernoulli	1	Mapa conceptual	Individual	X	10	5 %
c) Visualizar los vectores como objetos matemáticos	1	GeoGebra	Equipo	X	25	10 %
d) Medir y comprobar aprendizajes obtenidos	1	Realizar lectura y hacer control de lecturas	Individual	X	25	10 %
e) Vincular los aprendizajes con la realidad laboral	1	Leer y analizar problema "El pararrayos"	Equipo	X	15	NA
d) Promover el desarrollo de la habilidad resolución de problemas	2	Discutir y proponer soluciones	Equipo	X	60	60 %
e) Reafirmar aprendizajes sobre vectores concurrentes	2	Revisión de dudas y discutir soluciones	Grupal	X	50	10 %

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el Estudio de Clase, todo el proceso es importante, sin embargo, la actividad bastión es la resolución del problema, para lo cual nos decantamos por proporcionar a los estudiantes una rúbrica que permitiera que éstos entendieran los aspectos requeridos en su propuesta de solución y, además, tuvieran una directriz para hacer sus propuestas. La rúbrica fue una adaptación de la propuesta de Escobar, Ramírez y Ruiz (2020), véase *anexo 1*.

El proceso de realización de toda la secuencia didáctica por parte de los estudiantes se estima en aproximadamente cuatro horas máximo.

## Resultados y discusión

Los resultados se muestran desde dos perspectivas, primero las interacciones docentes derivadas de este estudio de clases *sui géneris*, porque, como previamente se advirtió, lo realizó un equipo multidisciplinario. Éstos se resumen en el *cuadro 2*.

**Cuadro 2.** Análisis de resultados del estudio de clases para vectores concurrentes.

Estudio de clases		
Etapas	Resultados	Tiempo
Planificar	Se reflexiona sobre la relevancia de proyectar sobre un marco teórico, definir objetivos, vaticinar dificultades de aprendizaje.	20 horas-persona
Observar	El proceso se hace con un instrumento no de forma apreciativa, sólo así se pueden hacer registros explícitos e implícitos de la puesta en escena.	8 horas-persona
Discutir	La etapa donde el docente descubre su inopia y áreas de mejora que en solitario no quiere admitir.	2 horas-persona
Mejorar	Se aprende que los docentes debemos estar en proceso de perfeccionamiento continuo, manejo de tecnologías, diseño de experiencias de aprendizaje, contextualización, atención personalizada a los estudiantes.	Continuo

Fuente: Elaboración propia.

Es pertinente hacer un análisis con mayor detalle de la etapa observación con base en la lista de cotejo, se revela lo siguiente:

- a) En relación con la disposición de ambos grupos para realizar las actividades, las tres profesoras coincidieron en la respuesta afirmativa.
- b) Sobre la suficiencia del tiempo estipulado para cada actividad, las tres profesoras participantes coincidieron en que hay que incrementar al menos 60 minutos para analizar con el profesor el pararrayos.
- c) Respecto a las instrucciones para los estudiantes, las tres docentes coincidieron en que las instrucciones eran explícitas.

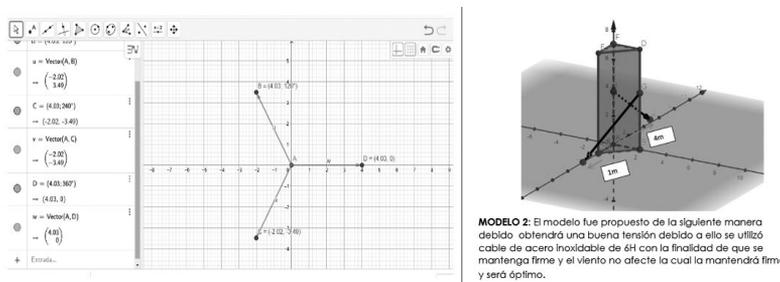
**d)** Acerca de si los estudiantes verbalizan sus dudas e inquietudes, las tres afirmaron que lo hicieron.

**e)** Finalmente, en la retroalimentación a una de las docentes frente a grupo se le recomendó atenuar el tono en que responde frente a las dudas e inquietudes y propiciar una mayor curiosidad a la situación problemática propuesta. Daba la impresión de exasperarse al contestar ante las preguntas de los estudiantes. Así mismo, se destaca que las preguntas de los alumnos generaron más preguntas entre ellos y la docente.

Sobre los resultados desde la perspectiva de los estudiantes, se enlistan lo siguiente:

**a)** Como parte de la secuencia didáctica se estimula el uso de la tecnología, la herramienta que se usó fue GeoGebra destacando el valor didáctico que tiene el instrumento para hacer modelos bi y tridimensionales, desde el enfoque geométrico. El uso del enfoque geométrico de vectores para la física lo describe Notaroš (2013), con éste los estudiantes aumentan la comprensión, ya que aprenden de forma intuitiva y visual, lo cual les permitirá modelar y resolver ejercicios que impliquen vectores. Véase *figura 3*.

**Figura 3.** Modelo realizado en GeoGebra por los estudiantes.



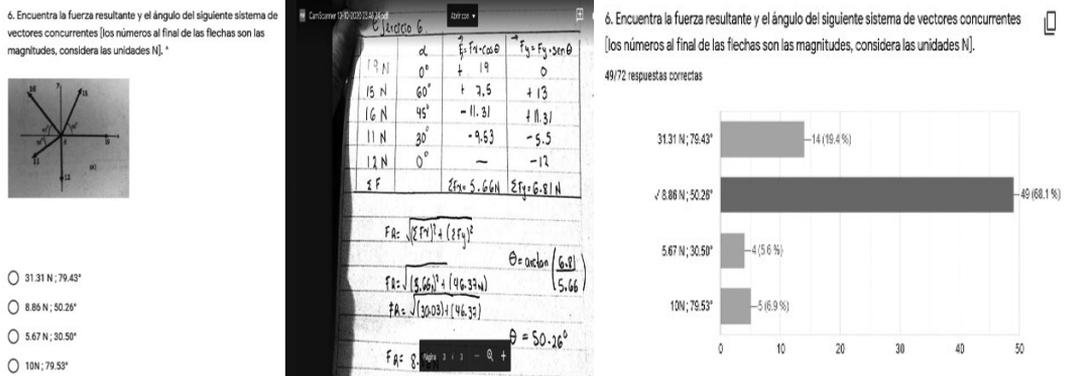
**b)** Se divisa una mejora sostenida respecto a la apropiación del tópico vectores concurrentes, se comienza con un 52.4 % de alumnos que responden correctamente una evaluación el 7 de octubre del 2020, justamente a la mitad de la secuencia didáctica.

**c)** En una segunda evaluación, resuelta el 9 de octubre del 2020, 60.3 % al finalizar la secuencia didáctica.

**d)** Y una tercera evaluación, realizada el 30 de octubre del 2020, el porcentaje es de 68.1 %. Así, nuestros resultados están aparejados con lo reportado por Karnam y otros (2020), en lo concerniente a la mejora cognitiva sostenida, referimos que toda vez que se usa la tecnología como complemento,

ésta mejora los aprendizajes de los estudiantes; porque comprenden el modelo geométrico y, por ende, el uso correcto de las funciones trigonométricas, véase *figura 4*.

**Figura 4.** Ejercicio realizado por los estudiantes y evidencia de desempeño de aprendizaje grupal.



e) En relación con la valoración de la solución del pararrayos, se tienen los siguientes resultados respecto al aprendizaje contextualizado, evaluado mediante rúbrica de evaluación adaptada de Escobar, Ramírez y Ruiz (2020), la cual enfatiza rubros como: incremento y aplicación del conocimiento técnico, así como ejecución de tareas, en una escala del 0 al 100 %, el grupo uno obtuvo un promedio de 69.11 % (rango de 0-98 %); grupo dos promedió 50.44 % (rango de 0-83 %). Se destaca que se midió el progreso de los estudiantes en términos de logros, tal como sugiere el modelo 5E (Bybee y otros, 2006).

f) Finalmente, producto de una encuesta de elaboración propia, para medir el grado de satisfacción de la experiencia educativa, el 84 % de los estudiantes estimaron que la estrategia es estimulante y útil. Toda vez que cada pregunta ofreció contestaciones con disímiles grados de medición con cinco niveles; éstos fueron: totalmente de acuerdo, de acuerdo y ni de acuerdo, ni en desacuerdo están dentro del espectro positivo que señala QuestionPro (s.f.).

En todas las respuestas se consiguió una valoración positiva, en la *tabla 3* se analizan las valoraciones de los estudiantes a partir de la encuesta de satisfacción, que también está asociada al modelo 5E.

**Tabla 3.** Valoración de los estudiantes de la secuencia didáctica.

Pregunta de la encuesta	Fase del Modelo 5E	Justificación
1	Elaboración	Si los alumnos evalúan positivamente, entonces las intervenciones del docente contribuyeron a elaborar explicaciones en los propios estudiantes.
2	Enganche	Si los alumnos evalúan positivamente, entonces el alumno se interesó en el tema de vectores concurrentes.
3	Elaboración	Si los alumnos evalúan positivamente, entonces las instrucciones contribuyeron a que el estudiante avanzara en las actividades, esto también lo corroboró la lista de cotejo.
4	Explicación	Si los alumnos evalúan positivamente, entonces la explicación funcionó como ejemplo.
5	Enganche	Si los alumnos evalúan positivamente, entonces se interesaron en el tema de vectores para avanzar en su formación profesional.
6	Evaluación	Si los alumnos evalúan positivamente, entonces pensaron sobre su propio desempeño durante la actividad.
7	Elaboración	Si los alumnos evalúan positivamente, entonces la planeación del tiempo para cada actividad contribuyó a la elaboración de explicaciones.

Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

De acuerdo con lo reportado, hay evidencia empírica que indica que el aprendizaje de vectores concurrentes se mejora y sostiene, toda vez que se incrementó en casi 16 % el desempeño correcto de los estudiantes, cuando resuelven ejercicios de vectores concurrentes. Pareciera incipiente; pero que mejoren once estudiantes es notable.

Además, hay una indiscutible contextualización en el proceso de aprendizaje a través del pararrayos, ya que se situó al estudiante en un contexto real, retador y estimulante, propiciando el uso de tecnología, instando a la indagación, promoviendo la argumentación científica y, sobre todo, se valora el desempeño de acuerdo con niveles de logro, tal como se hace en el ámbito laboral. El grupo uno fue quien logró mejor desempeño; de acuerdo con la rúbrica, se considera que esto se debió a la intensa participación materializada en preguntas a la profesora, también mostraron una actitud de curiosidad ante el problema, esto es contrario al grupo dos, quienes querían que la docente hiciera un ejemplo como el pararrayos para que ellos pudieran replicar la solución.

Se precisa que es necesario utilizar una metodología para elaborar un problema de las características del pararrayos DIPCING de Camarena (2013); es una excelente opción, porque provee de directrices para su realización y articula la contextualización del conocimiento con la profesión que se forma (IPN, 2019, p. 7).

El proceso de profesionalización para ofrecer una clase virtual es patente, se disponen bases cualitativas de la estandarización de las sesiones en lo referente a la Academia de Física de la ESIQIE, también, se da cabal cumplimiento al Plan de Continuidad Académica en línea del IPN 2021-1 de forma sistematizada y se alinea a las demandas de la Educación STEM y 4.0. Además, una satisfacción del 84 % por parte de los estudiantes para esta propuesta da cuenta de la valoración de las innovaciones didácticas. Se considera que no se logró el 100 % de satisfacción, toda vez que los estudiantes están habituados a que el profesor sólo reproduce y, retarlos a aprender no siempre resulta alentador, demanda más trabajo, tanto para los estudiantes como para el profesor.

El Estudio de Clases revela que la práctica docente es y debe ser perfectible, una opción puede ser entre pares como sugiere Rock y Wilson (2005), otra opción es prestar atención a las retroalimentaciones de los estudiantes. Porque, autoevaluarnos en la creencia de que somos eficientes, no permitirá mejorar los aprendizajes de nuestros estudiantes, como se demostró, se recibió a un grupo de estudiantes de los cuales casi el 52 % resolvía correctamente un ejercicio de vectores concurrentes, con nuestra propuesta se incrementa a 68 %.

Se infiere que, si se realizan más estudios de clase para otros tópicos de Física, paulatinamente se desarrollarán habilidades de orden superior en los estudiantes, porque se les proporcionan las herramientas a través de actividades de aprendizaje, basadas en marcos teóricos cuya base es la construcción del conocimiento. El proceso es lento, pero mucho más efectivo que resolver ejercicios sin sentido para los estudiantes (Isoda y Olfos, 2010, p. 102). Los alumnos indagan, utilizan tecnología, proponen, discuten entre pares. Es evidente que con la conferencia magistral no se desarrollan las habilidades anteriores y, por ende, tampoco se desarrollan habilidades de orden superior.

Se muestra un Estudio de Clases con apego a la metodología japonesa, pero con adaptaciones circunstanciales y al contexto de una universidad pública mexicana; sin embargo, se considera que un error metodológico fue la omisión del análisis con estudiantes foco, aquellos que tuvieran las características de desempeño académico bajo, promedio y alto, como señala Dudley (s.f., p. 4). Lo anterior es crucial para reforzar la puesta en escena; por lo que en sucesivas indagaciones debe realizarse.

Se aprecia que en el Estudio de Clase y el Modelo 5E, no hay cabida para el lucimiento del profesor, ya que los únicos protagonistas son el problema, la red de actividades de aprendizaje y los procesos que realizan los estudiantes para resolverlo. El profesionalismo docente es manifiesto en el diseño de actividades de aprendizaje estimulantes, retadoras y útiles para los estudiantes del siglo XXI, las cuales, como se muestra, materializan aprendizajes integrales y contextualizados.

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

## Referencias

- Almaraz, C. y López, C. (2018). La metodología *Context-Based Approach* en STEM: modelización de datos meteorológicos. XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas 25-27 de junio de 2018 Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Universidad de Oviedo.
- Bauer, W. y Westfall, G. D. (2011). *University physics with modern physics*, vol. 2. McGraw-Hill.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A. y Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.
- Camarena, P. (2013). A treinta años de la teoría educativa "Matemática en el Contexto de las Ciencias". *Innovación Educativa*, 13(62), 17-44. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v13n62/v13n62a3.pdf>
- Carcavilla, A. y Escudero T. (2004). Los conceptos en la resolución de problemas de física "bien estructurados": aspectos identificativos y aspectos formales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 213-228.
- Coello, S., Crespo, T., Hidalgo J. y Díaz. D. (2018). El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(2), 6.
- Cuéllar, J. (2010). Geometría y Trigonometría. (2ª ed.) México: McGraw-Hill
- Domènech-Casal J., Lope S. y Mora L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2203. doi: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2019.v16.i2.2203
- Duch, B. (s.f.) Problems: A Key Factor in PBL, Center for Teaching Effectiveness, University of Delaware. [Consultado el 18 de noviembre del 2020]. Disponible en: [www.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html](http://www.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html), consultado el 30 de noviembre del 2020.
- Dudley, P. (s.f.) Lesson Study:, El manual [Consultado el 28 de noviembre del 2020]. Disponible en: <http://lessonstudy.co.uk/wp-content/uploads/2011/04/EARLYYEAR-SHANDBOOK-spanish-version.pdf>
- Educativa* de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del IPN (2010). [Consultado el 30 de noviembre del 2020]. Disponible en: [https://issuu.com/urbimer/docs/educativa\\_2](https://issuu.com/urbimer/docs/educativa_2)
- Ergin, I. (2012). Constructivist approach based 5E model and usability instructional physics. *Latin-American Journal of Physics Education*, 6(1), 14-20.
- Escobar, F. y Nava, R. (2019). Metodología Alternativa para el Aprendizaje de la Dinámica de Fluidos, Caso ESIQIE. *European Scientific Journal*, 15(9), 577-596.
- Escobar, F. y Luna, V. (2020). Campo magnético en el aula virtual en época de pandemia. *Revista de enseñanza de la física*, 32(2), 109-126.
- Escobar, F. y Ramírez, M. (2020). Should we continue with a Physics curriculum for Engineering outside the labor context? *Transylvanian Review*, 27(48), 15019-15030.
- Escobar, F., Ramírez, M. y Ruiz, J. (2020). Evaluando dinámica de fluidos vinculando un proceso. *Educación Química*, 31(4), 112-121.
- Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (s.f.). [Fecha de consulta: 14 de enero del 2021], Disponible en: <http://www.esiqie.ipn.mx/conocenos/Paginas/Mision-Vision-Objetivos.aspx>
- Flores, S., González, M. y Herrera, A. (2007). Dificultades de entendimiento en el uso de vectores en cursos introductorios de mecánica. *Revista mexicana de física E*, 53(2), 178-185.

- Forni, P. y De Grande, P. (2020). Triangulación y métodos mixtos en las ciencias sociales contemporáneas. *Revista mexicana de sociología*, 82(1), 159-189. <https://doi.org/10.22201/iis.01882503p.2020.1.58064>
- Gutiérrez, E. y Martín, J. (2015). Dificultades en el aprendizaje de vectores, en los estudiantes que cursan materias del ciclo introductorio de la FCEF y N. de la UNC. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(2), 89-96.
- Gutiérrez, M., Piñón, L. y Sapién, A. (2020). Competencias docentes: brecha entre teoría y percepciones en la Universidad Autónoma de Chihuahua. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20), e032. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.647>
- Instituto Politécnico Nacional (2019). Agenda Estratégica de Transformación del IPN. [Consultado el 20 de noviembre del 2020]. Disponible en: <https://e4-0.ipn.mx/wp-content/uploads/2019/10/agenda-estrategica-transformacion-4-0.pdf>
- Instituto Politécnico Nacional. Plan de inicio del semestre 21-1 en línea del Instituto Politécnico Nacional (2020). [Consultado el 20 de noviembre del 2020]. Disponible en: <https://www.ipn.mx/assets/files/ccs/docs/noticias/2020/08/plan-inicio-semester-21-1-linea.pdf>
- Instituto Politécnico Nacional. Polivirtual DEV Oficial IPN (2020). [Consultado el 1 de diciembre del 2020]. Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=nxzFB\\_EqPHo](https://www.youtube.com/watch?v=nxzFB_EqPHo)
- Isoda, M. y Olfos, R. (2010). El enfoque de Resolución de problemas en la enseñanza de las matemáticas a partir del Estudio de Clases. Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso, PUCV.
- Karnam, DP, Agrawal, H, Parte, P y otros. (2020). Touchy feely vectors: A compensatory design approach to support model-based reasoning in developing country classrooms. *J Comput Assist Learn*. 1–29. doi: 10.1111/jcal.12500
- Luque, P. (2019). La Influencia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el Rendimiento Académico de los Estudiantes del Curso de Álgebra Lineal de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería. Una Aplicación al Tema de Vectores en el Sistema Tridimensional.
- Manterola, C. y Otzen, T. (2015). Estudios Experimentales 2 Parte: Estudios Cuasi-Experimentales. *International Journal of Morphology*, 33(1), 382-387.
- Melo, L., Cardona, G. y Martínez, G. (2018). Conocimiento didáctico del contenido sobre el principio de Arquímedes en un programa de formación de profesores de Física en Colombia. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(76), 253-279.
- Monroy, M. (2017). La planeación de los docentes de matemáticas: un proceso para la reflexión. En J. M. López-Calva (Ed.), *Transformación de la práctica docente universitaria: aproximaciones desde la investigación-acción* (pp. 117-149). México: Colofón; Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.
- Movimiento STEAM México (2020). Fecha de consulta <https://movimientostem.org/>
- Notaroš, B.M. (2013). Geometrical Approach to Vector Analysis in Electromagnetics Education. *IEEE Transactions on Education*, 56(3), 336-345. doi: 10.1109/TE.2012.2227745
- Olfos, R., Isoda, M. y Estrella, S. (2020). Más de una década de Estudio de Clases en Chile: hallazgos y avances. *Paradigma*, 25(40), 190-221.
- Questionpro (s.f.). ¿Qué es la escala de Likert y cómo utilizarla? [Consultado el 30 de noviembre del 2020]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/>
- Rock, T. C. y Wilson, C. (2005). Improving Teaching through Lesson Study. *Wilson Teacher Education Quarterly*, 32(1), 77-92.
- Suárez, L. y Ruiz, B. (2016). Historia de la actividad matemática: herramienta ampliada desde la resolución de problemas. *Opción*, 32(10), 840-860

Yacuzzi, E. (2005). El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación. Buenos Aires: Universidad del CEMA.

**Anexo 1. Rúbrica de evaluación “Pararrayos”:**

<https://drive.google.com/file/d/1oZo21-gZZRH5JaKczWyRq3ZmSbsihO6I/view>



# El muralismo en el IPN: ciencia, técnica y revolución en la construcción de un imaginario institucional

Abraham O. Valencia Flores  
Miguel Ángel Robles Colina  
Instituto Politécnico Nacional

## **Resumen**

Este artículo expone una visión general del muralismo en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), analizando algunos de sus aspectos temáticos, pedagógicos, artísticos y técnicos. Para llevar a cabo su abordaje histórico, se recurrió a tres cortes temporales que *grosso modo* permiten distinguir los temas de interés, al igual que las expectativas y símbolos utilizados para construir un imaginario institucional. Entre los temas plasmados en los murales encontramos: las paradojas de la utilización de la ciencia y la tecnología; los avances científico-tecnológicos de la segunda mitad del siglo xx; los fundadores del IPN y el legado cardenista; así como los imaginarios tradicionales sobre la patria y la identidad nacional, herencia del muralismo histórico. De la misma manera, se integra un apartado sobre el Taller de Ensaye de Materiales de Pintura del IPN, el cual tuvo una trascendencia revolucionaria en la obra, la técnica y el discipulado en el muralismo politécnico y mexicano.

## **Muralism in the IPN: science, technique and revolution in the construction of an institutional imaginary**

## **Abstract**

This article presents an overview of muralism at the Instituto Politécnico Nacional (IPN), analyzing some of its thematic, pedagogical, artistic, and technical aspects. To carry out his historical approach, three temporal cuts were used that roughly allow us to distinguish the topics of interest; as well as the expectations and symbols used to build an institutional imaginary. Among the themes embodied in the murals we find: the paradoxes of the use of science and technology; the scientific-technological advances of the second half of the twentieth century; the founders of the IPN and the Cardenista legacy; as well as the traditional imaginaries about the homeland and the national identity inherited from the historical muralism. In the same way, there is a section on the IPN Painting Materials Testing Workshop, which had a revolutionary significance in work, technique and discipleship in polytechnic and Mexican muralism.

## **Palabras clave**

Instituto Politécnico Nacional, identidad, arte, ciencia y tecnología, educación politécnica, patrimonio cultural, muralismo politécnico.

## **Keywords**

Instituto Politécnico Nacional, identity, art, science, and technology, polytechnic education, polytechnic muralism.

**Recibido:** 04/02/2020  
**Aceptado:** 12/11/2020

## Introducción

El objetivo de este artículo es abordar el muralismo en el IPN a partir de tres perspectivas principales: 1) Como reflejo de la realidad que vivieron sus autores y la comunidad politécnica, 2) Como constructor de un imaginario institucional y 3) Como objeto de experimentación técnica. Acorde con lo anterior, se tiene como hipótesis central que en los inicios del IPN su obra muralista plasmó, principalmente, la ciencia y la tecnología, además de sus utilidades para la guerra, la paz o el desarrollo en un horizonte nacional y mundial impactado por la Segunda Guerra Mundial y por los avances científico-tecnológicos del siglo XX. Y, en un segundo momento, en la década de los setenta, el muralismo en el IPN comenzó a plasmar a los fundadores del IPN, a los símbolos patrios tradicionales y a la cosmogonía mesoamericana, así como a la genealogía institucional en la Revolución Mexicana; todo esto en un contexto posterior al movimiento estudiantil de 1968 y, en paralelo, a la asignación con el nombre de sus fundadores a las escuelas de nivel medio superior.

A partir de este objetivo e hipótesis, los primeros apartados de este artículo muestran el interés artístico ante los acontecimientos mundiales: *La guerra y la paz en el muralismo politécnico*, cuando La Bomba Atómica y el Holocausto pusieron sobre la mesa los dilemas de los avances científicos y tecnológicos de la humanidad, al igual que el apartado *Alegoría de la ciencia y tecnología en Zacatenco*, en el contexto de la era espacial y otros avances científicos y tecnológicos en el mundo, los cuales empataron con la euforia que representó la expansión del IPN a la zona norte de la ciudad en 1959. En la segunda parte de este texto, principalmente a partir de los apartados: *La Revolución mexicana en el muralismo institucional y el Muralismo en las escuelas del Politécnico*, se muestran los murales como una forma de construcción de la realidad, un vehículo de producción simbólica docente, estudiantil, cultural y de investigación científica (Pérez, 2012, p. 27). Entendido imaginario social como:

Estructuras compartidas socialmente, las cuales se encuentran, sin excepción, en cada uno de los seres humanos. Estas estructuras imaginarias están construidas a través de mitos, relatos, arquetipos, símbolos, estudios, etc. y viven dentro de nuestro universo simbólico. De este modo, los imaginarios sociales se convierten en los pasajes invisibles por donde transita el *anthropos* o, más precisamente, en una enorme cartografía que contiene las coordenadas que nos permite desarrollarnos de manera coherente y plausible en el mundo que habitamos (Riffo, 2016, p. 67).

En esta etapa muralística del IPN fueron cada vez más utilizados los imaginarios tradicionales sobre la patria y la identidad nacional, herencia del muralismo histórico. Los murales politécnicos, además de su carácter comunicativo, es decir, que cuentan una historia, integraron componentes estéticos y técnicos (Pérez, 2012, p. 22). Derivado de lo anterior, se incluye el apartado: *Taller de Ensayo del Politécnico: la técnica al servicio del arte*, el cual fue un espacio donde se experimentaron, enseñaron e investigaron técnicas pictóricas novedosas y desde el cual se proyectó una visión integral del arte mural: comunicativa, artística y técnica. Las aportaciones que los miembros del Taller otorgaron a la pintura mural politécnica y nacional fueron de trascendencia revolucionaria en la obra, la técnica y el disciplinado. Asimismo, es importante resaltar que, los murales politécnicos son la fuente histórica (McMillan y Schumacher, 2005, p. 538) y, al mismo tiempo, objeto de estudio de este artículo, que reflejan el arte oficial de la institución, pero también el sentimiento de pertenencia, identificación o referencia a la comunidad por parte de sus autores (Anderson, 2007, p. 23).

### Inicios del muralismo en la ENAOH, antecedente ESIME-IPN

Actualmente, el IPN posee, dentro de su patrimonio artístico, obras representativas de los inicios del muralismo mexicano, donde sobresalen; *Alegoría al trabajo* y *Alegoría a la construcción* de Saturnino Herrán, pintadas en 1910 para la Escuela Nacional de Artes y Oficios para Hombres (ENAOH). La explicación de cómo llegaron a ser patrimonio politécnico estriba en el proceso de fundación del IPN en 1936 que, como un novedoso sistema educativo y pedagógico creado por el Consejo Técnico de la Escuela Politécnica (CTEP), adaptó dentro de sí a varias escuelas, algunas de ellas con antecedentes decimonónicos, como la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME)<sup>2</sup>, la cual provenía precisamente de la ENAOH, fundada en 1857 en el Ex Convento de San Lorenzo, en la calle de Allende 38, en el Centro Histórico de la Ciudad de México (Flores y Monteón, 1993).

El 11 de mayo de 1910, para las celebraciones del primer centenario de la Independencia de México, Ezequiel A. Chávez, Subsecretario de Instrucción Pública y Bellas Artes, informó al ingeniero Gonzalo Garita, director de la ENAOH, sobre la petición a Saturnino Herrán para decorar el muro frontal de su salón de actos (IPN, 1996, pp. 12-13). Al óleo sobre yeso aplanado fueron pintadas las obras

---

<sup>2</sup> La ENAOH se transformó en Escuela Práctica de Ingenieros Mecánicos y Eléctricos (EPIME) en 1915, en Escuela de Ingenieros Mecánicos y Eléctricos (EIME) en 1921 y, posteriormente, en ESIME en 1932.

*Alegoría al trabajo y Alegoría a la construcción*, con una dimensión de 2.74 m de largo por 1.85 m de alto. Desarrolladas entre mayo y agosto de 1910, Herrán retrató el esfuerzo y trabajo de la clase obrera en medio de esos tiempos paradójicos de la historia mexicana: entre el canto del cisne de un sistema sociopolítico en profunda crisis (Porfiriato) y el inicio de las primeras manifestaciones artísticas-culturales de los nuevos tiempos (Garciadiego, 2000, p. 19).

**Figura 1.** Al fondo pueden verse los murales *Alegoría al trabajo y Alegoría a la construcción*, de Herrán, en el Salón de Actos de la EIME (1925).



IMAGEN 1. Fotografía. Fototeca: Archivo Histórico ESIME Allende.

Al morir Herrán —en 1918, a la edad de 31 años— se convirtió en un símbolo del mexicanismo, a quien Ramón López Velarde llamó “el más mexicano de los pintores y el más pintor de los mexicanos”. En palabras del también muralista Jean Charlot: “Herrán hizo que los mexicanos se sintieran orgullosos de las potencialidades de una escuela de pintura nacional” (Charlot, 1985, p. 82). En los años setenta, durante la restauración del viejo edificio de Allende 38, los murales alegóricos estuvieron a punto de ser destruidos, pero gracias a la intervención del Centro Nacional de Conservación de Obras Artísticas del Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA) se realizaron trabajos para su rescate, restauración y conservación. Al terminar esta labor, los murales quedaron convertidos en pinturas transportables que pudieron reintegrarse al patrimonio artístico del IPN y, actualmente, se ubican en el vestíbulo de la Biblioteca Nacional de Ciencia y Tecnología “Víctor Bravo Ahuja” en Zacatenco.

En México, después del momento más cruento de la lucha armada iniciada en 1910 y a causa de la necesidad de integrar el Estado posrevolucionario, el gobierno apoyó al muralismo para construir un imaginario social, mito e identidad colectiva. Fue así que, en 1922, un grupo de pintores formaron el Sindicato de Obreros Técnicos Pintores y Escultores (SOPTE) que tuvo como meta hacer del arte un instrumento de concientización social para borrar el individualismo emanado del pensamiento burgués, abolir la pintura de caballete y hacer del arte una propiedad colectiva por medio de un arte monumental y público (Rodríguez, 1998, p. 527). Al ser un sindicato aprobado y financiado por el nuevo régimen, los grandes pintores mexicanos —sobresaliendo: Siqueiros, Rivera y Orozco— se dieron a la tarea de incluir en sus obras a personajes con características del mexicano pobre, trabajador, desprotegido y ávido de justicia social que sería defendido por el gobierno posrevolucionario. Así, plasmaron su concepción sobre un México que luchaba por abrirse paso hacia la modernidad, sin olvidar sus raíces. Su objetivo fue incidir en la formación moral de los jóvenes a través de murales en diferentes espacios públicos, tales como el Colegio de San Ildefonso, la Secretaría de Educación Pública (SEP), el Palacio de Bellas Artes, la Universidad de Chapingo, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), entre otros.

El 1 de enero de 1936, catorce años después de fundado el SOPTE, se difundió en el periódico *El Universal* la noticia de “La creación del gran Instituto Politécnico Nacional”, el cual fue producto de los trabajos de Juan de Dios Bátiz y del Consejo Técnico de la Escuela Politécnica (CTEP) durante 1935. En la nota de *El Universal* se expusieron los principios fundacionales del IPN, su definición, objeto y finalidades, además se puntualizó que se trataba de un sistema articulado de enseñanza secuencial de niveles prevocacional, vocacional y superior en las ramas médico-biológicas; físico-matemáticas e ingenierías, y de ciencias sociales y administrativas. El conocimiento enseñado y generado por la nueva institución tenía que ser aplicable, útil, materialista, experimental, de Estado, nacionalista, transformador, socialista, rural, cooperativista, soberano, industrializador y, como aspecto central, de compromiso posrevolucionario, integrador de los sectores más desprotegidos del país (CTEP, 1936, p. 12). Estos planteamientos se transformaron en coordenadas del imaginario institucional y de la producción simbólica politécnica, mismos que serían utilizados más adelante en su obra muralística y que, junto a otros elementos técnicos, le otorgarían una particular riqueza artística que trataremos de mostrar a continuación.

## La guerra y la paz en el muralismo politécnico

A partir de la década de los cuarenta, el IPN fue integrando en el Casco de Santo Tomás, su primer campus, trabajos de la obra muralística. Desafortunadamente, al transformarse el paisaje politécnico, algunos de estos trabajos se perdieron, como la obra de Arnold Belkin, quien en 1948 (con dieciocho años) llegó de Calgary, Canadá, a México. Belkin, en un contexto de posguerra, replanteó su perspectiva artística y, tal como establece Raquel Tibol, trabajó con posibilidades técnicas nuevas para la época a partir de su ingreso al Taller de Ensaye de Materiales del IPN (Rubio, 2002, pp. 50-51). En marzo de 1950, Belkin pintó, en la parte baja del estadio Salvador Camino Díaz, en el casco de Santo Tomás, el mural al fresco titulado *El pueblo no quiere la guerra*, con el cual acreditó en 1950 el curso impartido en el mencionado Taller (mismo que desarrollaremos en el apartado posterior). Este mural, junto a otras obras en el IPN, fue la respuesta artística y filosófica desde México a la guerra y a la utilización de la ciencia y la técnica para el exterminio. Su temática principal: el asombro ante la barbarie del siglo XX, similar al de otras corrientes artísticas de los primeros cuarenta años del siglo, como los futuristas, suprematistas y el cubismo de Léger (Herner, 1999, p. 243). En este caso, desafortunadamente, la ópera prima de Belkin en el IPN desapareció al derrumbarse el estadio; sin embargo, “las fotografías encontradas son testimonio de la historia, el drama de la injusticia, la guerra, la muerte y el exilio, así como el alba del saber y los anhelos de paz” (Presidencia del Decanato, 2010, p. 34).

**Figura 2.** A. Belkin. Mural *El pueblo no quiere la guerra*, marzo de 1950.



IMAGEN 2. Fotografía. Fototeca: Archivo Histórico IPN.

Durante este periodo, la pintura mural que se plasmó en el Politécnico no tuvo como temática el nacionalismo o lo que llamó Siqueiros en 1932: aspectos pintorescos y chauvinistas del muralismo. Lo interesante es que, acorde con el carácter científico, técnico y moderno del IPN, se esbozó como temática un muralismo internacionista y moderno en el que la fascinación por la ciencia y la tecnología se volvió un elemento central, siendo los espacios del IPN los lugares afines a las nuevas perspectivas planteadas. Bien lo establece Irene Herner:

La fascinación por la ciencia y la tecnología es central, tanto en Rivera, como en su amigo, contrincante Siqueiros. Por ello, las propuestas estéticas de ambos incluyen, en su núcleo, experimentos para reinventar una innovadora integración de las formas mecánicas de la máquina al palpar orgánico humanista [...] Siqueiros es un precursor en la “estética de la máquina” porque además de su fascinación por la industria, introduce en el lenguaje de la pintura, en su concepción del espacio y del movimiento, mecanismos y discursos propios de los nuevos lenguajes de la comunicación de masas. Revoluciona las técnicas de la pintura mediante la experimentación con medios y herramientas industriales (Herner, 1999, p. 243).

Acorde con ello, el 30 de junio de 1951, David Alfaro Siqueiros firmó contrato para pintar un mural en el edificio en construcción del Internado Politécnico, hoy Escuela Nacional de Ciencia Biológicas (ENCB). Similar a la composición simétrica de *El hombre en el cruce de caminos* de Diego Rivera, Siqueiros pintó *El hombre, amo y no esclavo de la técnica*, el cual representó un *máximum* filosófico del muralismo mexicano pues, tal y como establece Héctor Jaimes (2012): “demostró su labor teórica, la certeza de que era un pintor dialéctico y en este sentido un pintor filosófico” (p. 13). La obra se elaboró en el periodo de posguerra, periodo en el que se vivían en el mundo momentos de reflexión sobre la barbarie científico-tecnológica de la Segunda Guerra Mundial, el Holocausto judío e Hiroshima y Nagasaki. Su autor describió el tema de este mural de la siguiente manera:

El hombre, víctima de sus propios y grandes descubrimientos científicos, se apodera de la energía atómica, la más grande fuerza física del presente y del próximo futuro. Esa fuerza que por ahora sólo se utiliza con fines de destrucción, será usada mañana con fines industriales en un mundo de progreso y de paz. El vehículo de producción del hombre, al hombre máquina, sino la máquina-máquina en las manos absolutas del hombre (IPN, 1996, p. 14).

Las dimensiones del mural son de 15.4 m x 3.5 m (54 m<sup>2</sup>), el material es piroxilina sobre bastidores de madera recubiertos con masonite, tela y materia plástica (Alfaro, 1951). Siqueiros innovó en las técnicas de pintura para crear una plástica integral, dando lugar así a la “escultura-pintura”, la cual resultó de la fusión entre la pintura, la escultura y la arquitectura. Por lo que la obra se consideró de auténtica originalidad, pues el artista independizó el muro de la construcción con un soporte propio; rompió el plano uniforme y lo curvó en la mitad superior hacia el espectador, acentuada por el conjunto de engranes y máquinas plasmados en el conjunto, movimiento que dinamizó la superficie plástica de la obra. La descripción que hace Fernández Márquez (1952) es interesante:

Tomando como tema *El hombre, amo y no esclavo de la técnica*, Siqueiros ha realizado una composición muy acertada para el lugar, resuelta con grandiosidad y justeza. En el centro se levanta el hombre sobre una plataforma. El lado izquierdo de su busto, contorsionado, y su mano deformada por las fuerzas eléctricas y mecánicas, señalan esa parte de la concepción del artista donde el hombre ha sido sojuzgado, triturado, por la máquina. Émbolos y turbinas le han aprisionado y le atentan. No es dueño de sí mismo. Es el esclavo de la maquinaria, que aquí adquiere caracteres monstruosos, de un Moloch insaciable. La diestra del Hombre, conformada naturalmente, señala la mecánica vencida. Líneas contundentes, severas y armónicas, están a su servicio, volantes y émbolos, toda una geometría corpórea y de acero, se le ha doblegado. Ya el hombre es amo [...] Todo esto lo ha resuelto Siqueiros con sólidos aciertos de color, de perspectiva y de composición, en un sentido plástico de efectos muy realistas. Dado el lugar de su emplazamiento, podemos considerar este mural, dentro de su función, uno de los mayores logros del artista (p. 1).

De la misma manera, este mural, centrado en la técnica, incorporó elementos representativos de los fundamentos filosóficos y educativos del Politécnico, institución que, desde su creación, condensó las ideas de educación técnica más avanzadas del país. Para ese momento, los símbolos institucionales como el lema: “La Técnica al Servicio de la Patria” de 1937 y el escudo institucional de 1945, integrado por elementos modernos como el engrane, mostraban a la técnica con una orientación ética para la vida y para beneficio de los sectores más desprotegidos del país, tal y como los mostró Siqueiros a la diestra de su mural: con el sol reflejando la esperanza de un mundo mejor. El 6 de febrero de 1952 el presidente Miguel Alemán inauguró el edificio del internado y el mencionado mural.

**Figura 3.** *El hombre amo y no esclavo de la técnica*, de David Alfaro Siqueiros. Edificio del Internado Politécnico, hoy ENCB-IPN. 1952.

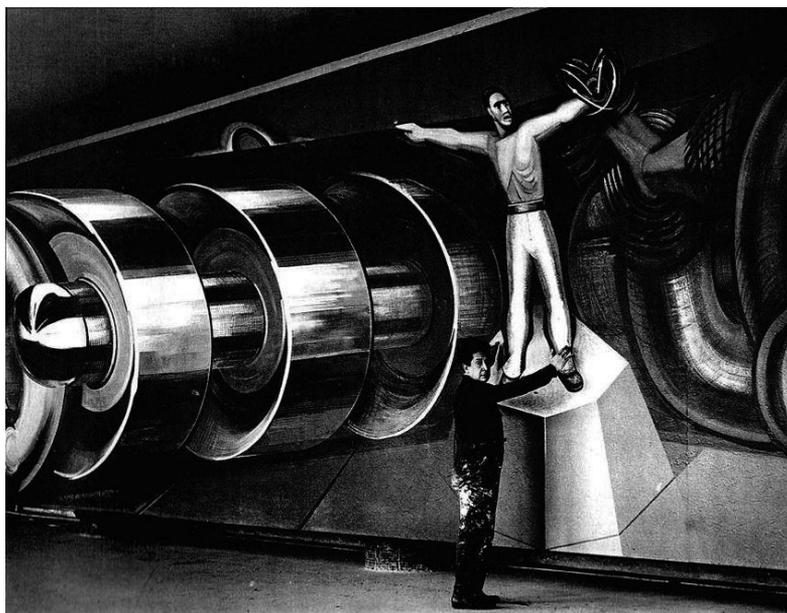


IMAGEN 3. Fotografía. Fototeca: Archivo Histórico IPN.

Cercano a la obra de Siqueiros, en el muro poniente del edificio que albergó a la ESIA y que hoy es sede de la Escuela Superior de Enfermería y Obstetricia (ESEO), se localiza el enorme mural: *La técnica al servicio de la paz*, pintado en 1953 por Federico Silva, también profesor del Taller de Ensaye de Materiales del IPN. La temática, similar a las anteriores, muestra la energía atómica y su utilización por el hombre, ya sea para destruir a través de la guerra o para la paz y el progreso del mundo. Fue plasmada en acetato de vinilita en una superficie de 228.73 m<sup>2</sup> (IPN, 1996, p. 15).

### Taller de Ensaye de Materiales de Pintura y Plásticos: la técnica al servicio del arte

Gran parte de la obra descrita en el apartado anterior se debió a las aportaciones del Taller de Ensaye del Politécnico, escuela del IPN desde donde se experimentaron y desarrollaron técnicas importantes y se formó un discipulado que dio continuidad a sus planteamientos temáticos, estéticos y técnicos dentro y fuera del IPN. El muralismo ofreció dificultades que sólo pudieron resolverse a través del conocimiento de técnicas distintas a todas las demás de la pintura artística. En la Escuela de San Carlos, y después en la Escuela de Bellas Artes, Gerardo Murillo, cono-

cido por el seudónimo de “Dr. Atl”, alentaba a sus estudiantes a romper con el academicismo europeo y a experimentar con nuevos materiales y procedimientos con el afán de crear un estilo mexicano genuino. Entre sus alumnos sobresalió Siqueiros, quien llevó a cabo un trabajo experimental importante a través de materiales sintéticos a finales de la década de 1920, con la utilización de lacas o pintura para automóviles llamadas “ducos” (Arroyo, Aviram, Fernández, González, Juárez, McGlinchey y Zetina, 2013, p. 50). En 1932, en una conferencia presentada en el John Reed Club de California, Siqueiros expresó su convicción de que la ciencia y la industria proporcionarían los materiales y las herramientas necesarias para la creación artística acorde con los tiempos modernos (Tibol, 1996, pp. 62-78). Ese mismo año realizó dos murales sobre repellado de cemento en los que aplicó con pistola de aire pigmentos suspendidos en agua, con lo que logró contrarrestar el rápido fraguado del repellado. Un año más tarde, en Uruguay y Argentina, empleó la misma técnica del “fresco sobre cemento” con la adición, por primera vez, del silicato de etilo (Olivera, 2010).

En febrero de 1936, Siqueiros llegó al Congreso de Artistas Americanos en Nueva York. En abril creó un laboratorio de técnicas modernas en el arte al que llamó “Siqueiros Experimental Workshop-Laboratory of Modern Techniques in Art”, con el propósito de experimentar materiales, conceptos artísticos y estéticos, así como métodos de trabajo colectivo para crear arte para el pueblo (Arroyo *et al.*, 2013, p. 15). En él se emplearon pinceles y pistolas de aire, cámaras fotográficas y de cine, con lo que se dio un paso importante en el uso de herramientas industriales modernas aplicadas al arte. Las diversas maneras de aplicar lacas y solventes a la piroxilina llevaron al desarrollo de una teoría y un método que Siqueiros llamó “accidentes controlados”. Entre los artistas que participaron en ese taller estaba el mexicano José L. Gutiérrez, pintor egresado del Instituto Pratt de Brooklyn, quien contribuyó con nociones sobre el control de la solubilidad, viscosidad y fluidez de los materiales empleados, logrando producir recursos plásticos antes desconocidos para los pintores (Gutiérrez *et al.*, 1986, p. 5).

En la década de 1940, Siqueiros, además de profundizar conocimientos adquiridos en el taller de Nueva York, experimentó con materiales que la industria estaba produciendo para el ramo de la construcción con la intención de crear una obra que se integrara a la arquitectura, lo que él llamó “plástica unitaria” (Siqueiros, 1979, p. 3). Después de una breve estancia en Chile y Cuba, el muralista regresó a México con el objetivo de enseñar a los artistas pictóricos sobre química, fiabilidad y durabilidad de las nuevas pinturas “plásticas”. Para tal fin, y con apoyo de José Clemente Orozco, Diego Rivera y Gerardo Murillo, Siqueiros presentó al Secretario de Educación Pública, Jaime Torres Bodet, el proyecto de un departamento dedicado a la experimentación e investigación de materiales aplicados a las bellas artes. El secretario aceptó la idea de crear un instituto docente de

materia artística auspiciado por el gobierno (Arroyo *et al.*, 2013, p. 74); para ello, acordó con el entonces director general del IPN, Manuel Sandoval Vallarta, la fundación de unos cursos de ensaye de materiales de pintura, matriculados en la ESIA del IPN. Fue así que en marzo de 1945 se creó el Subinstituto de Ensaye de Materiales de Pintura Mural, Decorativa e Industrial, de Sintéticos y Plásticos, con la designación de Manuel Jiménez Rueda, jefe de talleres y laboratorios de la ESIA, como encargado de la organización y enseñanza teórica de las materias de dichos cursos, y de José L. Gutiérrez, propuesto por el mismo Siqueiros, como jefe encargado del Subinstituto (Jiménez, 1946).

Poco tiempo después, el Subinstituto cambió su denominación a Taller de Ensaye de Materiales de Pintura y Plásticos, nombre que conservó hasta finales de la década de 1980. Originalmente se instaló en la escuela Prevocacional 2, en las calles de Carlos B. Zetina e Industrias, en Tacubaya, de allí se trasladó a un costado del gimnasio que perteneció a la ESIA, en Santo Tomás (IPN, 1999, p. 23). El taller impartió estudios teóricos sobre la física y la química de las superficies por pintar, así como de los pigmentos y colorantes, de los vehículos, secativos, adelgazadores y solventes, lacas, esmaltes, barnices, gomas, ceras y de los materiales sintéticos como la piroxilina, baquelita, silicón, vinilita, poliestireno, entre otros. Los estudiantes practicaron técnicas de aplicación; experimentaron sobre la acidez y alcalinidad, al igual que con la presencia de resinas en las superficies por pintar, ya sea muros, madera, tela, láminas metálicas, papel, cartón o fibras aglutinadas. Los cursos fueron dirigidos principalmente a estudiantes de arquitectura, ingeniería y química, al igual que a arqueólogos, pintores y decoradores en general.

El Programa de Estudios comprendió tres categorías: La primera tenía una duración de dos años y al finalizarla el estudiante obtenía un certificado como Experto de Pintor Industrial y Comercial. En la segunda categoría se inscribían los pintores de artes plásticas, deseosos de ampliar sus conocimientos sobre las técnicas de la pintura de caballete y mural, así como el ensayo de aplicación de los nuevos materiales plásticos. La tercera categoría se conformaba de un departamento de consultoría sobre la química y aplicación de los plásticos que estaba abierto a arquitectos, arqueólogos, escultores, químicos, profesionistas o industriales conectados con este ramo, tanto nacionales como extranjeros (IPN, 1948). En 1946 se inauguraron los cursos con 22 alumnos y un número mayor de oyentes. Entre los profesores se encontraron: David Alfaro Siqueiros, Gerardo Murillo, Humberto Verdía, Federico Silva, Luis Arenal, Joel Marroquín, además de maestros y alumnos del Taller de Gráfica Popular, entre otros. Al taller también acudieron pintores extranjeros becados por sus respectivos gobiernos: Australia, India, Inglaterra, Canadá, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Suecia y de la mayoría de los países de Centroamérica y Sudamérica.

En poco tiempo las actividades realizadas por el Taller de Ensaye obtuvieron un amplio reconocimiento por diversas instituciones educativas, tanto nacionales como extranjeras; el profesor José L. Gutiérrez fue invitado para impartir conferencias sobre los materiales y las técnicas de pintura estudiados en el taller por las principales universidades y escuelas de artes de Canadá; la Universidad de Columbia, EUA; la Southern California University de Los Ángeles, y el Art Center de San Francisco, en California, entre otros. Además, el Taller proporcionó asesoría sobre la consulta de problemas específicos a instituciones como el Museo de Portugal, Lisboa; la Escuela de Arte de Carrara, Italia; el Midstone College, en Kent, Inglaterra; y las escuelas de arte de Lima, en Perú y de La Habana, Cuba (Gutiérrez y Pego, 1961).

A mediados de la década de los años cincuenta, a partir de la necesidad de preparar técnicos especializados requeridos por el rápido avance industrial del país, las autoridades académicas del Politécnico contemplaron la posibilidad de transformar el Taller de Ensaye en una Escuela Tecnológica de Artes Industriales, así como la creación de una fábrica para la manufactura de pinturas a base de materiales desarrollados, hasta esas fechas, dentro de los laboratorios del propio taller (colodiones, celulosidos, vinilitas y acetato de polivinilo) (Gutiérrez y Pego, 1956). Sin embargo, el proyecto no prosperó y más tarde el Taller de Ensaye fue integrado al Departamento de Difusión Cultural del IPN, convirtiéndose en un sitio de atracción para dibujantes y pintores, grabadores y escultores no sólo de México, sino del exterior. Artistas como Jesús Guerrero Galván, José Clemente Orozco, Rufino Tamayo o Carlos Mérida pintaron murales con colorantes de silicato de etilo, producto de las investigaciones realizadas en el taller.

Durante esos años, a partir de su experiencia en el taller, Gutiérrez creó nuevos colorantes, combinación de acrílicos con anilinas y tierras, fruto de la incansable investigación sobre las posibilidades que ofrecían los nuevos materiales industriales, productos “plásticos” con los que logró revolucionar la técnica en el arte de la pintura; en palabras del muralista Arnold Belkin: “patentó una nueva pintura para artistas y empezó a producirla desde una pequeña fábrica en la Ciudad de México. Fue la primera pintura acrílica que apareció en el mercado y una verdadera novedad. La pintura se llamaba Politec, y con el tiempo llegó a producirse en todos los países industrializados del mundo bajo diferentes nombres. Todos basados en la fórmula original de Gutiérrez” (Gutiérrez, 1986).

Entre 1957 y 1959, en México se pintaron más de cien murales con temple de Politec en iglesias, hospitales, centros culturales, etc., sobre cal, yeso, cemento, madera comprimida y lienzos. En algunos casos, los murales fueron pintados en el exterior de los edificios, todos siguiendo las técnicas experimentadas en el Taller de Ensaye del Politécnico. En el prefacio a “Painting with acrylics”, Siqueiros escribió: “Han transcurrido muchos años desde la época de los talleres. Prueba de la validez de nuestros esfuerzos son los

resultados tangibles: los murales pintados con medios sintéticos permanecen en excelente condición física. El artista descubrió las ricas posibilidades de una nueva tecnología en la formulación pictórica, con resultados permanentes. Ahora, los pintores de caballete recogen la cosecha de esos años experimentales, y los recursos plásticos se siguen refinando” (Gutiérrez, 1986, p. 9).

## Alegoría de la ciencia y la tecnología en Zacatenco

Paralelo a los trabajos técnicos y de experimentación del Taller de Ensaye de Materiales de Pintura y Plásticos, en marzo de 1959 fue inaugurada la Unidad Zacatenco del IPN. Acorde con las perspectivas arquitectónicas funcionalistas de Reinaldo Pérez Rayón para la nueva unidad y con el optimismo de crecimiento politécnico, se pintó en varios de sus espacios una obra muralística que retrató, como eje central, el desarrollo científico y tecnológico de la humanidad. En 1960, Jorge González Camarena plasmó *Alegoría de la ciencia, la comunicación y la tierra* en técnica de acrílico sobre triplay, en una superficie de 9 m de largo por 13 m de alto. Dicho mural estuvo durante sus primeros años en la cafetería central de Zacatenco para posteriormente ser trasladado al vestíbulo del edificio inteligente de la Central de Cómputo y Comunicaciones (IPN, 1996, p. 15). Cuatro años después, en 1964, González Camarena realizó el mural *La humanidad hacia la luz* en lo que fue el Centro Nacional de Estudios Técnicos e Industriales (Ceneti), que actualmente es el edificio principal de la ESIME Azcapotzalco, con una técnica de acrílico-poliestireno con fibra de vidrio en una superficie de 2.15 m de alto por 7 m de largo (IPN, 1996, p. 15).

En el contexto mundial de la carrera aeroespacial, acontecimientos como la sobrevivencia del primer ser vivo —la perra Laika— en una nave espacial soviética —el Sputnik 2— y la puesta en órbita del primer satélite de comunicaciones estadounidense, lanzado en diciembre de 1958, marcaron y dejaron impacto en los muralistas del Politécnico: asombro, pero también reflexión estética (Hobsbawm, 1994, p. 540). Ello es evidente no sólo en los murales de Jorge González Camarena, sino también en otros como *Historia de la astronomía*, ubicado en la circulación perimetral de la sala de proyecciones. Al ser inaugurado el Planetario “Luis Enrique Erro”, en enero de 1967, se le encomendó a Adolfo Delgado, colaborador de González Camarena y Diego Rivera, una obra pictórica alusiva (IPN, 1996, p. 15). En este sentido, *Historia de la astronomía* logró ser una narrativa lineal de 262 m<sup>2</sup> (84 x 3 m), en blanco sobre fondo negro. Una obra eminentemente didáctica que plasmó a detalle los personajes, evolución y artefactos relacionados con la astronomía.

El mural *Historia de la astronomía* es una representación que inicia con la observación del cielo por el hombre primitivo y termina con los primeros viajeros al espacio. Abarca desde la época

paleolítica y sintetiza a grandes astrónomos modernos, desde las ideas del sistema heliocéntrico a Copérnico, Juan Kepler, Tycho Brahe, Galileo Galilei, Isaac Newton, Leonardo Euler, Immanuel Kant, los Herschel, los Cassini y Pedro Simón Laplace, entre otros, que se encuentran ligados a la historia de la ciencia astronómica, hasta Albert Einstein. El mural de Adolfo Delgado, como otros de sus coetáneos —la obra de Aurora Reyes, *Espacio, objetivo futuro* (1962) que se encuentra en el Auditorio 15 de mayo del SNTE—, termina con un testimonio de admiración a los primeros viajeros del espacio: Yuri Gagarin, Valentina Tereshkova y Leroy Gordon Cooper (Reyes, 1962, p. 52). En esta obra politécnica se rinde homenaje a todos aquellos que, con su esfuerzo físico, su ciencia o su técnica lograron la conquista del espacio por el hombre. Desde 1967, estos avances se volvieron temática continua de representación en el arte muralístico politécnico (IPN, 1996, p. 15).

### La Revolución Mexicana en el muralismo institucional

A partir de la década de los setenta se hicieron cada vez más presentes en la obra muralística politécnica las alusiones simbólicas a la Revolución Mexicana, las cuales empataron con una imagen politécnica que en diferentes niveles hizo mayor referencia histórica a su origen revolucionario. En lo normativo, si bien la primera y segunda Ley Orgánica del IPN de 1950 y 1956, respectivamente, describieron de manera tácita al nacionalismo posrevolucionario, fue hasta la tercera Ley Orgánica de 1974 donde la alusión fue directa, ya que su artículo 1 estableció como finalidad del IPN: “Contribuir a través de la educación al desarrollo y a la independencia social, económica, científica, tecnológica y cultural de acuerdo con los objetivos de la Revolución Mexicana” (Ley Orgánica del IPN, 1974, p. 6), referencia que se repitió en la Ley Orgánica de 1981, vigente hasta nuestros días. Igualmente, en marzo de 1976, el IPN identificó a cada plantel de nivel medio superior con el nombre de personajes revolucionarios vinculados con la educación técnica: Lázaro Cárdenas, Juan de Dios Bátiz, Gonzalo Vázquez Vela, entre otros.

Es oportuno referir que la proyección del IPN se dio posterior al partaguas histórico que representó el movimiento estudiantil del 68 y a procesos historiográficos de reinterpretación de la Revolución Mexicana cuando “las antiguas interpretaciones de la Revolución como movimiento popular, nacionalista, antiimperialista, y forjadora de un México más equilibrado en el reparto de la riqueza y más democrático, empezaron a ser revisadas no como consecuencia de un análisis histórico del propio movimiento revolucionario, sino porque en el México de 1960 esas aspiraciones no se habían cumplido” (Florescano, 1991, p. 74). Fue bajo este contexto que, en el muralismo institucional, se resaltó la utilización de imaginarios del muralismo histórico: héroes patrios, los fundadores politécnicos y una serie de

símbolos de identidad y de cohesión (la porra, el himno, los colores, el decálogo, la mascota, el lema, el escudo, etc.), asimismo, se incorporaron elementos iconográficos prehispánicos (por ejemplo, Quetzalcóatl). La obra mural descrita en esta etapa es atribuible, principalmente, a la segunda generación de muralistas politécnicos, entre ellos: Francisco Pego Moscoso.

En un proceso semejante al mural *La Universidad en el umbral del siglo XXI* de Arturo García Bustos, en la estación Universidad, donde se esbozaron las raíces culturales prehispánicas hasta los avances tecnológicos de la cibernética a través de la investigación y la docencia universitaria (Narro, 2013, p. 81), Francisco Pego Moscoso pintó *Desarrollo histórico de la tecnología en México*, obra de dos murales de 13.8 m x 4.65 m cada uno, en el edificio del Cuadrilátero (hoy Centro Histórico y Cultural “Juan de Dios Bátiz”), por iniciativa, en 1987, de Juan Manuel Ortiz de Zárate, titular –en ese momento– de la Presidencia del Decanato del IPN (Ávila, 1999, p. 2). Los trabajos para la realización de estos murales iniciaron en 1987 con una primera etapa, la cual consistió en la preparación de los muros mediante el aplanado de cemento y cal y un agregado de polvo de mármol fino para facilitar la fijación de la pintura; y la segunda, que terminaría en 1992, con la aplicación del color con resinas acrílicas de Politec (Gutiérrez, 1986, p. 78). Con ello, su autor logró, en una obra rica en color y variabilidad temática, plasmar la evolución de la tecnología de las culturas mesoamericanas; el desarrollo de las aportaciones técnicas y científicas a partir de la llegada de los españoles; los avances en estas materias durante los siglos XIX y XX, y la creación del Politécnico (Rodríguez, 1999, p. 11).

En dicho mural, Pego Moscoso recreó moralejas, recuerdos heroicos que inspirarían a las nuevas generaciones a ser dignas de sus antepasados nacionales como Cuauhtémoc, Juárez, Zapata, Villa, Madero y politécnicos como Lázaro Cárdenas, Juan de Dios Bátiz y Gonzalo Vázquez Vela. Con ello, el mural cumplió una “función didáctico-moral, una idea ampliamente compartida en los siglos XVIII y XIX y que privilegia aquellos géneros que no sólo cuentan algo (pintura narrativa), sino algo capaz de contribuir a la formación moral del espectador” (Pérez, 2001, p. 83), como regreso al manifiesto muralista: el arte fue hecho para plasmarse en una exposición pública. Junto a ello, en *Desarrollo de la tecnología en México*, pintó al IPN en su carácter prometeico y mesiánico, salvador de la ignorancia y atraso nacional. El pueblo elegido, sangre derramada, tribulaciones, estoicidad, generaciones son elementos insertos en estas pinturas de historia que, como dice Tomás Pérez Vejo, son constructoras de la más poderosa metáfora de identidad colectiva de la modernidad: la nación por la cual el IPN ha trabajado incansablemente (Pérez, 2001, p. 84).

Similares al mural de Pego Moscoso se proyectaron otros murales politécnicos. Sobresale *La técnica al servicio de la patria*

de José Luis Elías Jáuregui, pintado en la estación Politécnico de la línea 5 del Metro, plasmado en óleo y acrílico sobre una superficie de 31.2 m<sup>2</sup>. En la temática del mural Jáuregui retomó las figuras de Cárdenas, Bátiz, Erro y Massieu: personas ilustres, ejemplos de estoicidad y heroísmo para las nuevas generaciones politécnicas, que bien podríamos llamar “el santoral politécnico” (Pérez, 2001, p. 84). De la misma forma, se muestra al Politécnico como logro revolucionario que se construyó a partir de la lucha de millones de mexicanos. Anthony Smith aduce que: “Las experiencias y recuerdos del pasado, las hazañas de los antepasados, las lecciones que enseñan, deben implantar una fe colectiva suficiente para superar las tribulaciones del presente y dar fuerza al pueblo ante la adversidad” (Smith, 1998, p. 75).

En los murales politécnicos de Pego y Jáuregui se conjugan diversos cronopios como: una definición del origen temporal (cardenismo), una de origen espacial (Casco de Santo Tomás), una de amenaza (el periodo presidencial de Manuel Ávila Camacho y la reducción presupuestal al IPN) y una definición de su resurrección (la inauguración de Zacatenco en 1959-1964) (Pérez, 2001, p. 83). El IPN se proyecta como cenit evolutivo que aglutinó todo lo referente a la educación técnica desde los pueblos mesoamericanos. Asimismo, las escuelas, profesores y alumnos se vuelven portadores de luz y relegan a la religión como fuente del mito y de la estética para ser fuente de salvación. Las pinturas históricas del IPN también incorporan ideas de continuidad, es decir, la creencia de unión entre los antiguos politécnicos con los actuales, de un “nosotros” venidos de “ellos”.

De temática común con los murales de Pego Moscoso y Jáuregui se encuentra la obra de Raúl Anguiano: *La evolución del Instituto Politécnico Nacional a través de 70 años*, de 8 m de alto por 13 m de ancho, ubicada en la sala que ostenta el nombre del artista en la Dirección de Formación e Innovación Educativa (DFIE) del IPN, la cual presenta, en la parte central a Lázaro Cárdenas —fundador del IPN—, acompañado de varios personajes relacionados con la historia del Politécnico. Sobresale Quetzalcóatl, héroe cultural mesoamericano, repetido constantemente en diferentes obras de la muralística politécnica. Esta temática llegó a su cenit en la obra de Anguiano, enlazándose así el carácter actual de la institución y el pasado glorioso y civilizatorio mesoamericano, tal y como lo expresa Rodríguez (2006): “en el siglo XX, la reaparición de Quetzalcóatl en el escenario de la cultura nacional sirvió para la exposición mítica de valores consagrados por la modernidad. Las representaciones hombres-dios en la literatura, en el arte y en las medidas nacionalistas de las primeras décadas emitieron un

mensaje bastante homogéneo: el héroe espiritual y civilizador” (p. 353). Cabe mencionar que el mural de Raúl Anguiano *La evolución del Instituto Politécnico Nacional a través de 70 años* fue concluido por su discípulo Alejandro Caballero en 2015 (Sánchez, 2015).

## Muralismo en las escuelas del Politécnico

La obra muralística en las escuelas, centros y unidades del IPN creció paralela a la realizada en sus áreas centrales, mucha de ella fue elaborada por los discípulos del Taller de Ensaye de Materiales de Pintura y Plásticos. En sus obras los artistas retomaron elementos del imaginario institucional sobre ciencia y tecnología, símbolos patrios, fundadores del IPN, cosmogonía mesoamericana y técnicas artísticas descritas en los apartados anteriores, pero, especialmente, destacaron elementos representativos y temas acordes con la rama del conocimiento que ofertaban. En la Escuela Superior de Economía (ESE), con una temática afín a la dicotomía de la ciencia y la tecnología a la que se ha aludido, se encuentra el mural *Armamentismo y Opresión*, realizado en 1978 por José Hernández Delgadillo, mismo que fue dividido en *Armamentismo y Opresión I*, de 23 m<sup>2</sup>, y *Armamentismo y Opresión II*, de igual tamaño. Dichos murales, desafortunadamente, fueron destruidos en octubre de 2001 por la empresa responsable de reforzar el edificio donde se encontraban plasmados (Ceballos, 2002). Gracias a la intervención de familiares del artista pudo salvarse *La clase obrera*, de 36 m<sup>2</sup>. Además de la obra de Hernández Delgadillo, en el edificio D, Gilberto Ramírez Arellano pintó en 1964 el mural: *La lucha de clases y el cambio de la estructura social*, realizado en politec sobre una base de plastilina, acrílico y fibra de vidrio, con una extensión de 2.26 x 7.46 metros, el cual, como su nombre lo indica, está lleno de simbolismos marxistas, una vertiente teórica de gran tradición en la ESE (CICS-Santo Tomás, 2013).

Uno de los murales en las escuelas del IPN que también tuvo como temática principal a Quetzalcóatl, héroe civilizador mesoamericano, fue pintado por Raúl Camacho Quintero, discípulo de Siqueiros, quien plasmó entre 1974 y 1981 el mural denominado: *El nacimiento de Quetzalcóatl*, el cual adorna el gimnasio-auditorio del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) número 4 “Lázaro Cárdenas”, cuya dimensión es de 4.37 x 2.47 metros. Los materiales empleados por Camacho Quintero, en este caso, fueron acrílico, óleo, luzitrón y técnica mixta. También en este CECyT 4, del mismo autor, se encuentra *La superación del hombre por el hombre*, plasmado con una técnica mixta en una superficie de 694.61 metros [IPN, 2019, p. 64].

**Figura 4.** Mural *El nacimiento de Quetzalcóatl*, de Raúl Camacho Quintero (1974 y 1981).



IMAGEN 4. Fotografía. Fototeca: Archivo Histórico IPN.

Alberto Rafael Bustillos Alamilla, mejor conocido como Alberto Ángel “El Cuervo”, egresado de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), además de su obra discográfica y literaria, realizó murales en varias escuelas politécnicas. En 2003 pintó *El arte y la cibernética*, un óleo sobre madera forrada con tela imprimada a la creta, en un espacio de 50 m<sup>2</sup> en la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM). Dicho mural muestra el impacto de la cibernética en diferentes facetas de la vida humana, ciencia que creció a inicios de la década de 1940 con Norbert Wiener y las aportaciones de Arturo Rosenblueth Sterns, primer director del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (hoy Cinvestav-IPN). Tres años después, en 2006, Bustillos Alamilla pintó *La madre ciencia, forjadora de hombres que soportan la industria y el mundo*, un óleo en tela montada sobre bastidores, plasmado sobre una superficie de 110 m<sup>2</sup> en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) número 3 “Estanislao Ramírez Ruiz”, en el municipio de Ecatepec, Estado de México. En la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) Ticomán, acorde con la temática espacial inaugurada en el mural del Planetario Luis Enrique Erro y de la ingeniería aeroespacial, sobresale *Cosmos: un planeta similar, rotación, traslación, el agujero negro*, un acrílico en tela y madera de 3 x 3 metros de Ana Queral.

Finalmente, por el IPN y sus aulas han desfilado otros muralistas que —aunque no poseen obra en el IPN— han tenido un papel protagónico en la elaboración de planes y programas

de estudios, al igual que en la incorporación de perspectivas filosóficas en el arte y la arquitectura. Sobresale Juan O'Gorman, arquitecto funcionalista, quien se convirtió en 1932 en profesor de la Escuela de Maestros Constructores del IPN, antecedente de la ESIA, y mantuvo grandes debates a favor de la arquitectura funcionalista en México. En 1935, además de asesor científico-educativo de Lázaro Cárdenas, fue nombrado miembro del Consejo Nacional de Educación Superior y de la Investigación Científica (CNESIC). Famoso por la decoración de la Biblioteca Central de la UNAM y del edificio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en el IPN dejó importante obra arquitectónica, destaca el actual edificio de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del IPN, en Tolsá y Tresguerras, construido en 1932. Otro caso es el de Víctor Federico Mendoza Limón, quien ingresó al IPN en 1936 como maestro de dibujo y fue nombrado jefe del Taller de Pintura. Víctor Mendoza fue autor de los murales de la sala de juegos del Hospital Infantil de la Ciudad de México y del mural *Benito Juárez y las leyes de reforma* en el Taller del artista, además fue autor de la imagen de la medalla Juan de Dios Bátiz que se entrega a los trabajadores del Politécnico que cumplen 30 años de servicio y a los egresados con mejores promedios académicos.

## Consideraciones finales

El muralismo en el IPN ha tenido riqueza temática, artística y técnica única en México; debido al número de obras, trayectoria de los artistas, experimentación técnica, contexto de su creación y fuerza narrativa ha sido un vehículo importante en la construcción del imaginario institucional. Parte de la diversidad de la obra mural politécnica se encuentra precisamente en que el abanico temático, técnico y artístico no fue homogéneo durante las diferentes etapas mostradas en este texto ni tampoco en la obra realizada en las escuelas, pues allí los temas se enriquecieron también al mostrar como eje principal la rama del conocimiento ofertada: médico-biológica, físico-matemática, y ciencias sociales y administrativas.

Este artículo se dividió en etapas, porque el contexto de creación impactó en los elementos artísticos, técnicos y temáticos del muralismo politécnico, mismos que fueron integrando y proyectando coordenadas del imaginario institucional: símbolos politécnicos; aspectos y orientaciones nacionalistas del conocimiento y valores de justicia social. En sus años iniciales, los intereses de los muralistas —docentes del Taller de Ensayo de Materiales de Pintura y Plásticos: Siqueiros, Silva y alumnos: Belkin, entre otros— mostraron como núcleo temático una reflexión sobre la ciencia y la tecnología en un siglo de totalitarismos y de guerras mundiales. La paradoja a la que se enfrentaron

fue mostrar los grandes y asombrosos avances en ciencia y tecnología, así como los dilemas éticos de su utilización; dicotomía entre su uso científico para la destrucción, o bien, para la esperanza como principio innato, como expresión radical de insatisfacción con la realidad y como propuesta de un futuro mejor (Bloch, 1980, p. 490).

También se mostró que, a finales de la década de los cincuenta y de los sesenta, acorde con un contexto mundial de grandes cambios tecnológicos mundiales, a la carrera aeroespacial entre Estados Unidos y la URSS, y al desarrollo nacional —cuando el país mantenía una tasa de crecimiento económico sin precedentes—, la obra muralística politécnica mostró una nueva fascinación estética por la tecnología, la máquina, el espacio y la industria. Ello es evidente en los murales pintados en Zacatenco, como *Alegoría de la ciencia, la comunicación y la tierra* de Jorge González Camarena e *Historia de la astronomía* de Adolfo Delgado. Ambos mostraron una historia en ascenso y progresiva de México y de la humanidad que empató con la euforia y el ambiente de crecimiento del IPN.

Junto a ello se reconstruyó la creación del Taller de Ensaye de Materiales de Pintura y Plásticos. Entre los integrantes del mismo se encontraron: David Alfaro Siqueiros, Gerardo Murillo, Humberto Verdía, Federico Silva, Arnold Belkin, Luis Arenal y Joel Marroquín, mismos que dejaron obras, técnicas y discipulado del IPN, sobresaliendo Francisco Pego y Moscoso, José Luis Elías Jáuregui, entre otros. En la actualidad, las invenciones de dicho taller —institución educativa única en el mundo— son consideradas una aportación técnica hecha desde el IPN, pues contó con características novedosas y señeras de experimentación y utilización de técnicas y materiales. Desde este taller politécnico, por ejemplo, se pintaron murales con colorantes de silicato de etilo y, tan sólo entre 1957 y 1959, en México se pintaron más de cien murales con temple de *politec*.

Del mismo modo, a través del somero recorrido histórico, damos cuenta de que durante los años iniciales del Politécnico y los primeros momentos del muralismo institucional no hubo obras alusivas a la Revolución Mexicana, no sólo porque aún estaba vivo en el imaginario de la comunidad su nacimiento cardenista, sino por la necesidad de reforzar la genealogía revolucionaria del IPN frente al parteaguas histórico que representó el movimiento estudiantil del 68 y a procesos historiográficos de reinterpretación de la Revolución Mexicana. En murales como *Desarrollo de la tecnología en México* de Pego Moscoso y *La técnica al servicio de la patria* de Jáuregui, se tomó como cometido transmitir a las nuevas generaciones significaciones revolucionarias, entre otras: el nacionalismo, antimperialismo o agrarismo que fueron centrales en la obra muralística posterior a las décadas de los setenta y ochenta —curiosamente cuando el Estado mexicano reorientaba el modelo económico al neoliberalismo—. En estas décadas, y acorde con sus últimas leyes orgánicas —la Ley Orgánica vigente de 1981—, se tuvo

como principal objetivo didáctico-moral reforzar en el imaginario estudiantil la naturaleza y objetivos institucionales acordes con los planteamientos de la Revolución Mexicana. Posteriormente, se muestran ejemplo de murales en las escuelas, centros y unidades del IPN, mismos en que se retomaron elementos del imaginario institucional, pero, especialmente, destacaron elementos representativos y temas acordes con la rama del conocimiento que ofertaban, brindando también concepciones al imaginario institucional.

Debido a ello, establecemos que los murales politécnicos, a través de la riqueza temática, artística y técnica referida han cumplido una función didáctico-moral y han fomentado una identidad que, como tal, tampoco ha sido plena, definitiva o ahistórica sino como plantean Hall y Du Gay (2003): ha estado reconstituyéndose de manera incesante y, por eso, ha estado sujeta a la lógica de la reiterabilidad (p. 36). Finalmente, es necesario repetir que, tal y como se esbozó, los murales no sólo son una realidad tangible, infraestructura o inventario, sino representaciones y símbolos que se han vuelto imágenes mentales, que llevan consigo miles de miembros de la comunidad politécnica, quienes transitan diariamente en las calles, plazas y edificios del IPN. Junto a la tarea diaria de docencia, estudio o investigación, el encuentro con el mural de Siqueiros que recibe a la comunidad de la ENCB o con el mural de Jaúregui en la estación de Metro Politécnico, no sólo establecen el arribo a tierra guinda y blanca, sino que abren ventanas al pasado institucional, conectan con generaciones anteriores de politécnicos y tienden lazos de pertenencia e identificación de expectativa colectiva y realización personal.

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

## Referencias

- Alfaro, D. (1979). *Cómo se pinta un mural*. Cuernavaca, México: Taller Siqueiros.
- Alfaro, D. (2 de mayo de 1951). *Puntos para la ejecución del mural* (Exp. 11.1.261). Archivo del Acervo Documental de la Sala de Arte Público Siqueiros.
- Anderson, B. (2007). *Comunidades imaginadas: Reflexiones sobre el origen y la difusión del nacionalismo*. México: FCE.
- Arroyo, E., Aviram, A., Fernández, M. A., González, R., Juárez, A., McGlinchey, C. y Zetina, S. (2013). *Baja viscosidad: el nacimiento del fascismo y otras soluciones*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas.
- Ávila, J. (1999). *Desarrollo histórico de la tecnología en México*, folleto iconográfico México: Instituto Politécnico Nacional.
- Ávila, J. (2006). Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco (ESIME Zacatenco). En *Setenta años de historia del Instituto Politécnico Nacional* (pp. 155-162), IV (1), México: Instituto Politécnico Nacional.
- Bloch, E. (1980). *El principio esperanza*, Tomos I, II y III, Madrid, España: Biblioteca Filosófica Aguilar.

- Cabrera, J. (Coord.) (2005), *Expresión escultórica en el IPN: Monumentos y placas conmemorativas*. México: IPN, Presidencia del Decanato.
- Calvillo, M. y Valencia, A. (2015). *El cuadrilátero, recinto histórico: La formación de un ícono de identidad del Instituto Politécnico Nacional, 1922-2014*, México: IPN–Presidencia del Decanato.
- Ceballos, M. A. (13 de febrero de 2002). Demuelen murales: pierde el IPN tres obras de Hernández Delgadillo. *El Universal*. Recuperado de <http://archivo.eluniversal.com.mx/cultura/21220.html>
- Charlot, J. (1985). *El renacimiento del muralismo mexicano 1920-1925*. México: Editorial Domés.
- CICS-Santo Tomás (2013). Mural de Gilberto Ramírez en el edificio D de la ESE del IPN. 19 de abril de 2019, de *Expresión CICS Santo Tomás*. Sitio web: [https://issuu.com/cics-ust/docs/cicsust\\_28/33](https://issuu.com/cics-ust/docs/cicsust_28/33)
- CTEP (1 de enero de 1936). La creación del gran Instituto Politécnico Nacional en México. *El Universal*, p. 12.
- Departamento de Organización y Coordinación del Servicio Social del IPN (Exp. 5.3.201) México: IPN. Acervo Documental de la Sala de Arte Público Siqueiros.
- Fernández, P. (30 de marzo de 1952). Nuevo Mural en la Ciudad Politécnica. *El Nacional, Revista Mexicana de Cultura*.
- Flores, J. y Monteón, H. (1993). *La ESIME en la historia de la enseñanza técnica. Primer tramo*. México: IPN.
- Florescano, E. (1991). *El nuevo pasado mexicano, México*: Cal y Arena.
- Garcíadiego, J. (2000). *Rudos contra científicos: La Universidad Nacional durante la revolución mexicana*. México: Colmex-UNAM.
- Geertz, C. (1996). *La interpretación de las culturas*. Barcelona, España: Gedisa.
- Gutiérrez, J. (1986). *Del fresco a los materiales plásticos*. México: Editorial Domés.
- Gutiérrez, J. L., Backal de Soriano, H. y Ménez, F. (1986). *Del fresco a los materiales plásticos: Nuevos materiales para pintura de caballete y mural*. México: IPN– Dirección de Bibliotecas y Publicaciones.
- Gutiérrez, J. y Pego, F. (1948). Taller de Ensaye de Materiales de Pintura y Plásticos (boletín de información).
- Gutiérrez, J. y Pego, F. (20 de febrero de 1956), (documento inédito), oficio dirigido al Jefe del Departamento Administrativo del IPN, doctor Francisco Acuña, Archivo Histórico Central del IPN, exp. 247.5-m1\_3.
- Gutiérrez, J. y Pego, F. (ca. 1961), (documento inédito), oficio dirigido al C. Subdirector técnico del Instituto Politécnico Nacional, Ing. Luis Aguilar Álvarez, Archivo Documental Sala de Arte Público Siqueiros, exp. 5.3.20.
- Hall, S. y Du Gay, P. (Comp.) (2003). *Cuestiones de identidad cultural*. Madrid, España: Amorrortu.
- Herner, I. (1999). Diego Rivera: Paraíso perdido en Rockefeller Center. En *Diego Rivera: Arte y revolución* (pp. 235- 259), México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes–INBA.
- Hobsbawm, E. J. (1994). *Historia del siglo XX*. Buenos Aires, Argentina: Crítica.
- IPN (1948). Taller de Ensaye de Materiales de Pintura y Plásticos (boletín de información). México: IPN–Departamento de Organización y Coordinación del Servicio Social del IPN. Acervo Documental de la Sala de Arte Público Siqueiros.
- IPN (1996). *Instituto Politécnico Nacional: Una antología de su patrimonio artístico*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Instituto Politécnico Nacional–Presidencia del Decanato (1999). Desarrollo histórico de la tecnología en México. *Murales del vestíbulo del Centro Histórico y Cultural "Juan de Dios Bátiz"*. México: Ediciones Gráficas Zeta
- IPN (1999). *Premios nacionales de ciencias y arte en el IPN*, México: IPN.

- IPN (2005). *Expresión escultórica en el IPN: Monumentos y placas conmemorativas*. México: Instituto Politécnico Nacional–Presidencia del Decanato.
- IPN (28 de febrero de 2019). IPN: Ayer y hoy. *Gaceta Politécnica*, 10(117), 64.
- Jaimes, H. (2012). *Fundación del muralismo mexicano: Textos inéditos de David Alfaro Siqueiros*. México: Siglo XXI.
- Jiménez, M. (11 de marzo de 1946). Oficio dirigido al Je e del Departamento Administrativo del Instituto Politécnico Nacional (exp. 5.3.201), Archivo Documental Sala de Arte Público Siqueiros.
- Ley Orgánica del IPN. *Diario Oficial*. Órgano del Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, México, 16 de diciembre de 1974.
- Martínez, R. (6 de junio de 2015). La congruencia de su obra “es el máximo logro” de Pérez Rayón. *La Jornada de Oriente*. Recuperado de <https://www.lajornadadeoriente.com.mx/noticias/nacional/la-congruencia-de-su-obra-es-el-maximo-logro-de-perez-rayon/>
- McMillan, J. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid, España: Pearson.
- Narro, J. (2013). La universidad en el umbral del siglo XXI. En Arturo García Bustos, *En el espacio mágico del muralismo mexicano*. México: Conaculta.
- Olivera, H. (Director). (2010). *El mural de Siqueiros* [cinta cinematográfica]. Argentina-México: Aries Cinematográfica Argentina.
- Pérez, T. (2001). Pintura de historia e imaginario nacional: el pasado en imágenes. *Historia y grafía*, 8(16), 73-110.
- Pérez, T. (2012). ¿Se puede escribir historia a partir de imágenes? El historiador y las fuentes icónicas. *Memoria y sociedad*, 16(32), 17-30.
- Presidencia del Decanato (2010). Los murales perdidos de Belkin en el IPN. *El Cronista Politécnico*, 12(46).
- Reyes, A. (31 de octubre de 1962). Exposición temática de los murales de Aurora Reyes en el Auditorio de SNTE. *Rumbos nuevos* (7), 47-53.
- Riffo, I. (2016). Una reflexión para la comprensión de los imaginarios sociales. *Comuni@cción*, 7(1), 63-76.
- Rodríguez, C. (1999). Murales: Desarrollo histórico de la tecnología en México. *El Cronista Politécnico*, (2), 11.
- Rodríguez, I. (1998). Dos conceptos del arte revolucionario. En M. Fernández y L. Noelle (Eds.), *Estudios sobre arte: setenta años del Instituto de Investigaciones Estéticas* (pp. 523-531). México: UNAM.
- Rodríguez, I. (2006). El renacimiento posrevolucionario de Quetzalcóatl. En C. Medina (Ed.), *La imagen política. XXV Coloquio Internacional de Historia del Arte* (pp. 303-353). México: UNAM–Instituto de Investigaciones Estéticas.
- Rubio, J. (2002). Restauración de los murales de Saturnino Herrán, *Conversus*, (12), 50-51.
- Saldívar, R. (1996). *Instituto Politécnico Nacional: Una antología de su patrimonio artístico*. México: IPN.
- Sánchez, L. (2015). Concluyen el mural creado por Raúl Anguiano para el IPN. *Milenio*. Recuperado el 19 de abril de 2019, de <https://www.20minutos.com.mx/noticia/41413/0/concluyen-mural-creado-por-raul-anguiano-para-el-ipn>
- Smith, A. (enero-marzo, 1998). Conmemorando a los muertos, inspirando a los vivos. Mapas, recuerdos y moralejas en la recreación de las identidades nacionales. *Revista Mexicana de Sociología*, 60(1), 75.
- Tibol, R. (1996). *Palabras de Siqueiros*. México: FCE.



# Factores personales que inciden en el rendimiento académico de programas de bachillerato virtuales

María Edith Díaz Barahona  
Mario José Martín Pavón  
Universidad Autónoma de Yucatán

## **Resumen**

El objetivo del presente estudio fue identificar los factores personales que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de un programa de bachillerato en modalidad virtual. Los factores en estudio fueron: hábitos de estudio, habilidad verbal, habilidad matemática, habilidad en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), motivación y autoconcepto académico, siendo la habilidad tecnológica la única que mostró no incidir en el rendimiento académico, esto debido a la sinergia que ésta guarda con otros de los factores analizados. Así también se concluye que, para lograr un mayor nivel de habilidad tecnológica, es imperante trabajar en el desarrollo de la habilidad verbal y matemática, ya que como señalan Fernández (2011) y Botello y López (2014), estas habilidades promueven el desarrollo del pensamiento lógico que resulta necesario para el logro de las competencias tecnológicas de siglo XXI.

## **Palabras clave**

Educación a distancia, Educación Media Superior, rendimiento escolar, motivación, hábitos de estudio, habilidades.

## **The influence of personal factors in academic achievement in virtual high school programs**

### **Abstract**

The purpose of this study is to identify the influence of personal factors in academic achievements in a virtual high school. Speaking, math, IT skills, motivation, and academic self-concept were considered. As a result, the only factor that did not show influence in the academic performance was the IT skills, as a consequence of its synergy with other analyzed factors. Furthermore, regarding higher technological growth, it is crucial to work on the development of speaking and math skills. As Fernández (2011) and Botello y López (2014) mention these skills promote the development of logical thinking resulting essentially in the achievement of technological competencies in the XXI century.

### **Keywords**

Distance education, high school education, educational performance, motivation, study habits, skills.

**Recibido:** 18/05/2020

**Aceptado:** 16/09/2021

## Antecedentes

Dado que la Educación Media Superior (EMS) se ha vuelto obligatoria y se proyecta que en el año 2022 se alcance una cobertura total, las modalidades a distancia y/o virtuales representan una alternativa para el logro de esta meta, ya que no se visualiza un crecimiento en la infraestructura que dé cabida en este tipo de educación a todo aquel que lo requiera; además de que resulta una opción importante para aquellos que por diversas necesidades no pueden asistir a una escuela presencial o no logran ser admitidos en un programa escolarizado.

No obstante, existen estudios que refieren que, al igual que en los programas presenciales, en la modalidad virtual se presentan problemas como: el bajo rendimiento académico, alta reprobación y altos porcentajes de deserción. Al respecto, Naupari (2014) señala en su investigación que el 69.5 % de los alumnos participantes en el programa virtual estudiado tienen un rendimiento académico bajo. De igual forma, Caro y Bedoya (2015) evidenciaron un bajo rendimiento académico en los alumnos adscritos a programas virtuales al constatar que solamente el 60 % aprueba.

Sin embargo, a pesar de la magnitud del problema, son escasos los estudios a nivel bachillerato que tratan de identificar las causas del bajo desempeño en programas virtuales; situación que pudiera, desde la perspectiva de los autores del presente artículo, agravar la problemática, debido a que las estrategias que estos estudios proponen para elevar el rendimiento académico en programas presenciales asumen que la mayoría de estudiantes son menores de edad, que tienen como única actividad estudiar, por lo que no son aplicables a programas virtuales en donde existe población adulta, quienes requieren compartir su tiempo en diferentes actividades: estudio, trabajo, familia; lo que hace más difícil reservar un tiempo para el estudio. Asimismo, la población adulta, a la que se hace referencia, tiene poca habilidad para el manejo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), ya que no crecieron ni fueron formados con éstas, dificultando su desempeño en el aula virtual. De igual forma, la población menor de edad, a pesar de que hacen uso de las redes sociales y el internet para comunicarse, carecen de competencias para usar sus habilidades tecnológicas como un recurso de aprendizaje.

Al respecto de los factores que determinan el rendimiento académico en programas de bachillerato en modalidad virtual, un estudio desarrollado por la Universidad Nacional de Educación a Distancia en España encontró que: la falta de tiempo para estudiar, la motivación, las expectativas hacia la institución, la carga excesiva de asignaturas, la falta de participación en las sesiones de tutoría, el exceso de actividades académicas en las asignaturas, así como la falta de pertinencia de los materiales influyen de manera negativa en el rendimiento académico de los estudiantes (García, 2018).

En la misma línea, De Loza y Carvajal (2015) encontraron que los factores tiempo y hábitos de estudio son los dos de mayor impacto en el bajo desempeño académico y la reprobación en programas de bachillerato en modalidad virtual; por lo que proponen intervenir con estrategias que permitan al estudiante incrementar su capacidad de organización, para hacer eficiente el tiempo y desarrollar habilidades para el estudio eficaz, lo cual, desde la perspectiva de los autores del presente documento, no es tarea fácil dada la variedad de contextos que se presentan, prueba de ello es que no se ha logrado ni siquiera en los programas en modalidad presencial; no obstante la implementación de cursos cuyo objetivo ha sido promover buenos hábitos de estudio y el desarrollo de estrategias de aprendizaje eficaces.

De la misma manera, Borgobello y Roselli (2016) plantean que los resultados de los estudios del rendimiento académico en entornos virtuales no son suficientemente concluyentes, debido a la estrecha relación del tema con el contexto; misma que puede ser explicada por medio de la teoría de los Campos de Bourdieu, según la cual se requiere analizar el contexto de la institución (campo), los aspectos no cognitivos del estudiante (*habitus*) y los conocimientos, habilidades y recursos con los que éste cuenta (capital) (Martín, 2015).

Como puede observarse, existen factores intrínsecos y extrínsecos asociados al rendimiento académico de la persona que aprende, así como factores derivados del producto del aprendizaje que se expresan en el contexto social y cultural. Los primeros representan el objeto de estudio del presente artículo. Al respecto de los factores intrínsecos, éstos se definen como: “aquellos de índole personal, cuyas interrelaciones se pueden producir en función de variables subjetivas, sociales e institucionales” (Garbanzo, 2007, p. 47). Es decir, los que pueden asociarse directamente al estudiante, ya sea por ser una característica propia del sujeto, sea ésta cognitiva o no cognitiva.

Sobre este tipo de factores, existe consenso en las investigaciones en que uno de los factores de carácter cognitivo, considerado como de mayor incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes, son los antecedentes académicos previos, los cuales se relacionan con la calidad educativa de la institución procedente; (Vázquez, Cavallo, Aparicio, Muñoz *et al.*, 2012; Salcedo y Villalba, 2008). De aquí la importancia de poner atención a los perfiles de ingresos de los programas en modalidad virtual y a la construcción de los procesos de admisión a los mismos, ya que éstos deben de considerar una inducción, que ayude a solventar las carencias que presenten los estudiantes de niveles educativos previos.

En la misma línea, La Madriz (2016) señala que: los hábitos de estudio inciden de manera importante en el rendimiento académico de los estudiantes en programas virtuales; indica, además, que la falta

de capacidad para gestionar el tiempo que dedica al aula virtual propicia el bajo rendimiento académico y la baja de las asignaturas o del programa. Desde la mirada de los responsables del presente trabajo, este déficit obedece, entre otras cuestiones, a que muchos de los alumnos dejaron de estudiar por periodos prolongados; por lo que, el reorganizar sus tiempos de estudio, les representa una dificultad al igual que implementar estrategias para un aprendizaje efectivo.

Así también De Loza y Carvajal (2015), en un análisis realizado en la Universidad de Sinaloa, encontraron que el tiempo y los hábitos de estudio son los dos factores de mayor impacto en el bajo desempeño académico y la reprobación en modalidad virtual. Esta información es corroborada en los textos de Pineda y Alcántara (2017) y Murillo (2013), quienes en sus investigaciones encontraron que la gestión del tiempo determina el rendimiento académico en este tipo de programas.

Aunado a lo anterior, las aptitudes también pueden ser vistas como factores que determinan el rendimiento escolar, pues la aptitud hacia las matemáticas explica el 40.7 % de la varianza total del rendimiento académico, en tanto en el área de lengua explica un 21.2 % (Miñano, Cantero y Castejón, 2008). Al respecto, Fernández (2011) y Botello y López (2014) afirman que los alumnos que carecen de habilidades para la lectura de comprensión, suelen tener bajo rendimiento académico o abandonan los cursos en modalidad virtual. Estos hallazgos pudieran obedecer a que en los programas, en esta modalidad, la comunicación escrita se vuelve determinante, ya que representa el principal medio para comunicarse con el profesor y otros pares, al no tener la posibilidad de tenerlos frente a frente para comunicarle dudas e intercambiar información.

En cuanto a la aptitud matemática, ésta es reportada como problemática desde instituciones como la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2016), ya que la prueba: Evaluación de los Alumnos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (PISA) reporta que sólo el 1 % de la población entre 15 y 17 años en México se muestra competente en esta área, lo cual, se complejiza al analizarlo desde la educación a distancia, donde existe población que ha dejado de estudiar por un periodo largo de tiempo o no fue aceptada en otra escuela presencial por no cumplir con los requisitos de ingreso.

De igual forma, en el ámbito de la educación en línea, las habilidades tecnológicas juegan un papel importante; al respecto, algunos autores como Román y Murillo (2014) otorgan a éstas el potencial de mejorar el rendimiento académico, debido a que brindan la posibilidad, al estudiante, de procesar más información (por la cantidad a la que se está expuesto) durante su proceso formativo. Sobre este tema, Caro y Bedoya (2015) encontraron, en su estudio, que las aptitudes y destrezas tecnológicas son reportadas, por

el 58 % de los estudiantes encuestados, como factor que incide en su desempeño académico en ambientes virtuales.

Sin embargo, otros autores presentan hallazgos opuestos en estas líneas de investigación sobre las TIC. Por ejemplo, Area (2005, citado en García-Valcárcel y Arras, 2009) afirma que no se ha llegado a conclusiones definitivas sobre el impacto de éstas en el aprendizaje, porque las evidencias son mínimas o moderadas. De igual manera Godoy (2006, citado en García-Valcárcel y Arras, 2009), asevera que ha sido difícil para los investigadores encontrar evidencia de la efectividad del uso de las TIC con relación a la mejora del aprendizaje. En coincidencia con estos autores, Noshahr, Talebi y Mojallal (2014, citados en García y Cantón, 2019) afirman que hay investigaciones que reportan que no existe correlación entre el rendimiento académico y el uso y acceso a las TIC. Como se puede observar, parece no haber consenso entre los investigadores sobre la influencia de las TIC en el rendimiento académico, lo cual pudiera obedecer al contexto y niveles educativos en los que se realizan estos estudios.

A pesar de lo anterior, es importante destacar que las TIC son indispensables para el desarrollo de las competencias que se demandan a todo estudiante del siglo XXI. Al respecto, Sanabria y Romero (2018) presentan cinco competencias básicas: pensamiento crítico, colaboración, creatividad, resolución de problemas y pensamiento computacional. La combinación de éstas da como resultado las competencias que llevan a un uso de las TIC a un nivel más elevado, y permiten desarrollar actividades técnico-creativas: resolución de problemas colaborativos, resolución de problemas basados en la informática, pensamiento computacional creativo, co-creatividad, resolución creativa de problemas, pensamiento computacional colaborativo, solución de problemas críticos, computacionales y co-creativos.

Por otra parte, en el estudio del rendimiento académico, también se alude a factores no cognitivos, los cuales se definen como: aquellos datos que miden el esfuerzo del estudiante para el logro de sus metas, y el concepto que tienen de sí mismos respecto a su desempeño académico, así como sus necesidades educativas. Entre estos aspectos Artunduaga (2008) considera el sexo, la edad, la motivación, la responsabilidad hacia el aprendizaje y la satisfacción con el programa, entre otros.

De la misma manera, Garbanzo (2007) señala que, entre este tipo de factores, se encuentra el autoconcepto académico, definiéndolo como: el conjunto de creencias y percepciones de la persona sobre sí misma; ya que éste se ve influenciado por la capacidad percibida, el rendimiento académico anterior y por la creencia de que la inteligencia se desarrolla a partir del esfuerzo académico; sin embargo, hay que entender que en los programas virtuales, este factor debe de ser analizado de manera diferenciada en los estudiantes menores de edad y los que ya son adultos, puesto que, en este último colectivo,

adicionalmente salen a relucir la inseguridad que propicia el regresar a la “escuela” después de un tiempo sin las exigencias propias del nivel educativo.

Con relación a este tipo de factores, Félix (2015) y García (2018) señalan que la motivación influye en el rendimiento académico de los estudiantes en modalidad virtual, ya que la motivación intrínseca se vincula con los mejores resultados; sin embargo, en los adolescentes predomina una motivación extrínseca, que va cambiando a medida que llegan a la adultez; situación que obliga a que la intervención sobre este factor deba también estar diferenciada en función de los rangos de edad de los estudiantes, lo que dificulta a las instituciones educativas, que ofrecen este tipo de programas, a emprender acciones para mantener motivados a los alumnos, a fin de que esto se traduzca en su permanencia y egreso; esto, ante las altas tasas de reprobación y deserción.

### Planteamiento del problema

En México, de acuerdo con la Secretaría de Educación Pública (SEP), en el ciclo escolar 2016-2017, la población matriculada en EMS en la modalidad presencial fue de 5 128 518 alumnos, cantidad que representa sólo al 62 % de la población con edad de cursar este nivel educativo y al 20 % de los adultos de entre 25 y 64 años que no culminaron sus estudios de bachillerato. Este mismo documento señala que la eficiencia terminal a nivel nacional es de 66 %, lo cual deja ver que de tres de cada diez que ingresan al bachillerato no logran concluirlo.

Por otra parte, la obligatoriedad de la EMS ha tenido como consecuencia un aumento de la demanda de este nivel educativo, propiciando la masificación de las aulas en detrimento, muchas veces, de la calidad de los procesos formativos, ya que la infraestructura que se tiene sigue siendo prácticamente la misma en cantidad y calidad; además de que los programas educativos no se han adecuado a las necesidades educativas y a la diversidad de alumnos presentes en las aulas. En otras palabras, se continúa planificando para estudiantes con condiciones promedio, por ejemplo: se planea para estudiantes con edad de cursar el bachillerato y con una sola actividad que realizar: la de estudiar.

Es así que la EAD representa una modalidad que pudiera ayudar a solucionar el problema de cobertura y promover la inclusión (Navarrete y Manzanilla, 2017). Al respecto, la *Revista Mexicana de Bachilleratos a Distancia*, en su edición número 20, menciona que para el ciclo 2018-2019 la población en la modalidad virtual fue de 22 131 estudiantes; sin embargo, la EMS a distancia al igual que en la modalidad presencial presenta problemas de rezago y deserción, que se vinculan con los bajos niveles de aprobación y rendimiento académico (Villa, 2014); no obstante, no son habituales los estudios sobre los factores que influyen en el

rendimiento académico de los estudiantes en programas de bachillerato en modalidad virtual (Escanés, Herrero, Merlino y Ayllón, 2014), ello, a pesar de que este problema se presenta en diferentes latitudes.

A este respecto, La Madriz (2016) hace un recuento de varias universidades donde las tasas de deserción en programas virtuales son altas, tales como Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en Colombia (40 %), la Universidad Virtual de Quilmes, Argentina (30 %), West Texas A&M University (40 %), la Universidad Venezolana de Carabobo (68 %), entre las más importantes. Para el caso de México, los reportes de la OCDE, UNESCO y Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), señalan que la deserción en programas virtuales en México es del 50 %.

En el caso de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), institución que oferta el programa en estudio, según datos de la Coordinación del Sistema de Educación Media Superior, la eficiencia terminal calculada con base en el tiempo promedio estimado para concluir el programa educativo se situó en tan sólo el 14 %. Situación que se agrava al existir pocas opciones en esta modalidad a nivel nacional y al cerrarse próximamente en el estado la Prepa en Línea SEP. Por lo que, mejorar la retención y el egreso de los estudiantes se vuelve un imperativo para la UADY.

Como se puede observar, de toda la información presentada en este apartado, el fenómeno de la alta tasa de deserción en programas virtuales no es exclusivo de países subdesarrollados de América Latina o con una incipiente educación a distancia, sino que es un comportamiento generalizado que impacta también a países desarrollados y afecta, en gran medida, a la población en edad de cursar la EMS, pero también a la población adulta que no logró concluir este nivel. Asimismo, se observa que el análisis del rendimiento académico, como factor clave para la permanencia académica en programas de modalidad virtual, es casi nulo, puesto que no existen sistemas de seguimiento que les permita valorar cómo fue el desempeño de los estudiantes virtuales, por lo que, no se emprenden acciones de mejora; lo que muestra el vacío de información en cuanto a datos sobre trayectoria escolar de los estudiantes en este tipo de programas.

## Pregunta de investigación

¿Cuáles son los factores personales que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes del Bachillerato en Línea de la Universidad Autónoma de Yucatán?

Es así que, para dar respuesta a esta interrogante, se planteó el siguiente objetivo del estudio.

## Objetivo

Identificar los factores personales que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes del Bachillerato en Línea de la Universidad Autónoma de Yucatán.

## Método

El estudio, del cual deriva el presente artículo, se desarrolló bajo el paradigma cuantitativo, ya que se apoyó en la medición numérica para la recolección de la información sobre los factores estudiados. Con relación a su alcance, fue de tipo correlacional, debido a que se buscó establecer la relación entre los factores personales y el rendimiento académico de los estudiantes. Su diseño fue no experimental, dado que el fenómeno se estudió tal y como se presenta en la naturaleza, sin manipulación alguna de las variables. En cuanto a la temporalidad de la recolección, se clasifica como un estudio transeccional, ya que esta actividad se realizó en un solo momento (Navarro, Jiménez, Rappoport y Thoilliez, 2017).

La población en estudio estuvo conformada por todos los estudiantes matriculados en el Bachillerato en Línea en el ciclo escolar 2018-2019, con carga académica en el tercer periodo del ciclo escolar (enero - marzo de 2019), con un total de 418. Con relación a la muestra, se determinó a través de un muestreo irrestricto aleatorio, cuyo tamaño fue de 200 estudiantes, obteniéndose un porcentaje de respuesta del 47.8 por ciento.

Para la recolección de la información, se construyó un cuestionario dirigido a los estudiantes, el cual indagó sobre los factores personales que influyen en su rendimiento académico; se tomó como base los instrumentos de Schmidt, Messoulam y Molina (2008) y la Escala de Motivación Adolescente basada en el modelo motivacional de McClelland (Álvarez, 2012); además de los elaborados por Caro y Bedoya (2015), Cortés (2017), Coschiza *et al.* (2016), así como los reportes de la OCDE sobre los factores que impactan el aprendizaje de los estudiantes y el perfil de ingreso del programa educativo en estudio.

Dicho instrumento estuvo compuesto de dos secciones, la primera de ellas con los datos generales y antecedentes académicos de los alumnos, y la segunda, enfocada en la medición de los factores personales de carácter cognitivo y no cognitivo del estudiante. Para el caso de los factores cognitivos, se utilizó una escala del 0 al 10, en la que se solicitó al estudiante manifestar su habilidad para la realización de actividades específicas. Para el caso de los factores no cognitivos, se utilizó una escala tipo Likert de cuatro puntos: 1. Completamente en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. De acuerdo y 4. Completamente de acuerdo.

Para la validación del instrumento, se realizó un juicio de expertos en el que participaron cinco jueces con experiencia en procesos de enseñanza virtual en bachillerato pertenecientes a universidades que integran la Red de Bachilleratos Universitarios Públicos a Distancia. Para dicho propósito, se elaboró un formato en el que se solicitó a los jueces hacer una valoración de los *ítems* en función de su pertinencia para recabar información que ayude a dar cumplimiento al objetivo del estudio, a través de la escala 1: Se rechaza, 2. Se acepta con modificaciones y 3. Se acepta sin modificaciones. Con la información recabada, se calcularon cuatro medidas descriptivas (media, desviación estándar cuartil uno y cuartil tres) de las valoraciones dadas por los expertos a cada *ítem*, aplicándose criterios análogos a los utilizados por Barbero, Vila y Suárez (2003), para determinar que *ítems* debían de ser reformulados o eliminados de la versión final del instrumento.

Adicionalmente, se realizó un estudio piloto en el que participaron 20 estudiantes, el cuál permitió analizar las características psicométricas del instrumento; el valor de confiabilidad Alfa de Cronbach es de 0.87; la versión final está formada por 79 *ítems*. Véase *tabla 1*.

**Tabla 1.** Factores en estudio.

Apartado	Factores en estudio	Reactivo
Datos generales	Edad, ocupación, nivel socioeconómico, acceso a internet	1-29
	Hábitos de estudio	50, 51, 55
	Habilidad verbal	56, 62, 63, 37, 38, 49
Factores personales cognitivos	Habilidad matemática	52-54, 57-59
	Habilidad en el uso de las TIC	39-48 y 60
	Rendimiento académico previo	30-36, 61
	Motivación	74-79
Factores personales no cognitivos	Autoconcepto académico	64-73

Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de datos

Para dar cumplimiento al objetivo del estudio, se construyeron indicadores en escala del 0 al 10 para cada uno de los factores personales cognitivos considerados en el instrumento; sumando los *ítems* correspondientes a éstos y dividiéndolos entre el número de *ítems*. Para el caso de los factores no cognitivos, el indicador se obtuvo a partir de la siguiente fórmula:

$$I = \left( \frac{S - \text{MIN}}{\text{MAX} - \text{MIN}} \right) \times 10$$

Donde

I = Indicador del factor

S = Suma de los reactivos del factor

MIN = Valor mínimo que un encuestado puede obtener en dicho factor

MAX = Valor máximo que un encuestado puede obtener en dicho factor

También se construyó un indicador de rendimiento académico, el cual se concibió como la suma del promedio de secundaria, con el número de las asignaturas registradas en el periodo actual en el Bachillerato en Línea y el número de horas que dedica a la semana al estudio; se agregó una unidad a este acumulado, si el estudiante no tenía antecedentes académicos de preparatoria, además de restarle, a la cantidad así obtenida, el número de materias reprobadas en el periodo anterior; el valor general de este indicador es el promedio de las cantidades así calculadas, tal como lo expresa la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{PS + AR + HE + AB - AR}{2}$$

Donde

IR = Indicador de rendimiento académico

PS = Promedio de secundaria

AR = Número de asignaturas registradas en el periodo

HE = Horas dedicadas al estudio

AB =  $\begin{cases} 1 & \text{si el estudiante no tiene antecedentes en bachillerato} \\ 0 & \text{si el estudiante tiene antecedentes en bachillerato} \end{cases}$

AR = Número de asignaturas reprobadas en el periodo anterior

Una vez construidos estos indicadores, se exploró la relación entre los factores estudiados correlacionando el indicador de cada uno de ellos con el de rendimiento académico, a través del coeficiente de correlación de Pearson. Adicionalmente, con la intención de identificar si existía interacción entre los factores habilidad matemática, habilidad verbal y habilidad tecnológica, se

realizó un análisis de varianza, por medio de un diseño factorial, a fin de revelar si la existencia de dicha sinergia ocultaba el efecto individual de alguno de los factores, tal como lo señala Montgomery (1991) al afirmar que la presencia de este tipo de interrelación inhibe los efectos individuales. Este análisis fue realizado únicamente con los factores mencionados en atención a su escala de medición, dado que los otros factores fueron estudiados en una escala tipo Likert.

Posteriormente, para los factores cognitivos que resultaron tener relación con el rendimiento académico, se identificaron aquellos aspectos que incidían negativamente sobre éste, calculando la media y la desviación estándar de los *ítems* correspondientes a cada factor, se acordó que un aspecto influiría de manera negativa si su promedio era inferior a siete. Para el caso de los factores personales no cognitivos, se realizó un análisis de frecuencias y porcentajes, se estableció que un aspecto específico de un factor tendría un efecto negativo en el rendimiento académico si al menos el 30 % de los estudiantes daba respuesta en la parte negativa de la escala (Totalmente en desacuerdo y En desacuerdo para los reactivos redactados en forma positiva y De acuerdo y Totalmente de acuerdo para los redactados en forma negativa).

Para determinar la importancia que guardan cada uno de los factores estudiados, respecto al rendimiento académico de los estudiantes, se realizó un análisis de regresión por el método Stepwise; se tomó como variable dependiente al indicador de rendimiento académico y como variables independientes a los indicadores respectivos de cada factor; siendo el coeficiente de regresión el indicador de importancia.

## Resultados

Para identificar los factores personales que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes, se correlacionaron los indicadores estudiados con el indicador del rendimiento académico a través del coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados se presentan en la *tabla 2*.

**Tabla 2.** Estudio de la relación de los factores personales con el rendimiento académico.

Factor	R	P
Habilidad tecnológica	.117	.100
Habilidad matemática	.195	.006
Autoconcepto académico	.300	.000
Motivación	.249	.000
Habilidad verbal	.182	.010
Hábitos de estudio	.174	.014

Como puede apreciarse en la *tabla 2*, el único factor que no influye en el rendimiento académico es la habilidad tecnológica.

Es así que, dada la importancia que la literatura otorga a la habilidad tecnológica como condicionante del rendimiento académico, se profundizó sobre el porqué de su falta de significancia en el rendimiento escolar; por ello, se realizó un análisis factorial que incluyó el estudio de la habilidad tecnológica, habilidad matemática y habilidad verbal para tratar de determinar si existía interacción entre éstos, lo cual podría explicar la falta de relación encontrada. Los resultados de este análisis se presentan en la *tabla 3*.

**Tabla 3.** Análisis de la interacción entre habilidad matemática, verbal y tecnológica.

Factor	F	P
Habilidad tecnológica	1.7	0.033
Habilidad matemática	0.9	0.626
Habilidad verbal	0.9	0.561
Interacción *Habilidad matemática * Habilidad verbal *Habilidad tecnológica	15.38	0.001

Como puede apreciarse en la *tabla 3*, existe interacción entre los tres factores estudiados.

Adicionalmente, con la intención de identificar aquellos aspectos de cada factor personal cognitivo, que tiene un efecto negativo sobre el rendimiento académico de los alumnos, se calculó la media y desviación estándar de las puntuaciones asignadas por los estudiantes a los *ítems* vinculados a cada uno de ellos. Los resultados para el factor habilidad matemática se presentan en la *tabla 4*.

**Tabla 4.** Habilidad matemática.

Aspecto evaluado	Media	DS
Sumar fracciones	7.16	2.639
Restar fracciones	7.09	2.61
Multiplicar fracciones	7.09	2.601
Dividir fracciones	7.07	2.612

Sumar con números negativos	7.79	2.376
Restar con números negativos	7.78	2.350
Resolver problemas utilizando la regla de tres	7.41	2.624
Identificar el coeficiente de una expresión algebraica	6.97	2.775
Identificar el grado absoluto de una expresión algebraica	6.63	2.709
Identificar la literal de una expresión algebraica	6.93	2.717

Como puede apreciarse en la *tabla 4*, los factores que tienen un efecto negativo sobre el rendimiento académico se relacionan con conocimientos básicos de álgebra.

Respecto al factor habilidad verbal en la *tabla 5*, se observa que ningún aspecto de éste tiene un efecto negativo en el rendimiento académico.

**Tabla 5.** Habilidad verbal.

Aspecto evaluado	Media	DS
Comprender textos sencillos	8.58	2.082
Realizar lectura rápida	8.12	2.174
Citar al autor de un texto dándole crédito	7.39	2.788
Comunicarme de manera asertiva	7.89	2.264
Expresar mis dudas de manera adecuada	7.96	2.358
Expresar mis dudas de manera oportuna	7.76	2.300
Expresarme con lenguaje oral fluido	7.80	2.341
Expresarme con lenguaje escrito correcto	8.09	2.129
Contaba con la habilidad de identificar problemas	7.85	2.166
Plantear alternativas para solucionar problemas	7.82	2.192

En lo que concierne a los hábitos de estudio, los resultados que se presentan en la *tabla 6* permiten observar que el único aspecto que tiene un efecto negativo sobre el rendimiento académico se relaciona con la organización del tiempo.

**Tabla 6.** Hábitos de estudio.

Aspecto evaluado	Media	DS
Tener en orden los materiales de cada asignatura	7.91	2.409
Distribuir mi tiempo para elaborar mis tareas	7.20	2.524
Organizar mi tiempo	6.89	2.629
Definir los propósitos que esperaba lograr al iniciar el curso escolar	7.70	2.421
Usar mis conocimientos para explicar diferentes procesos	8.08	2.181
Sintetizar información de diferentes medios	7.85	2.361

Con el mismo propósito, para los factores personales no cognitivos, la identificación de los aspectos de cada factor que tienen un efecto negativo sobre el rendimiento académico de los estudiantes, se determinó a partir de un análisis de frecuencias y porcentajes, tal como se describió en la metodología, dada la escala utilizada para su medición. Los resultados para el factor autoconcepto académico se presentan en la *tabla 7*.

**Tabla 7.** Autoconcepto académico.

Aspecto evaluado	Totalmente en desacuerdo F %	En desacuerdo F %	De acuerdo F %	Totalmente de acuerdo F %
Soy capaz de hacer bien las tareas, aunque sean difíciles	2	9	117	72
	1.0 %	4.5 %	58.5 %	36.0 %
Aunque preste atención a las explicaciones y tutoriales que me mandan los asesores, no puedo realizar las tareas	84	87	26	3
	42.0 %	43.5 %	13.0 %	1.5 %
Aunque preste atención a las explicaciones o los consejos de mi tutor, no puedo realizar las tareas	96	86	16	2
	48.0 %	43.0 %	8.0 %	1.0 %

Aunque me esfuerce siempre me va a ir mal en mis estudios	135	50	9	6
	67.5 %	25.0 %	4.5 %	3.0 %
Soy lento para aprender	98	56	38	8
	49.0 %	28.0 %	19.0 %	4.0 %
Cometo muchos errores cuando hago las tareas	76	91	30	3
	38.0 %	45.5 %	15.0 %	1.5 %
Me olvido fácilmente de lo que aprendo	70	82	38	10
	35.0 %	41.0 %	19.0 %	5.0 %
Me cuesta entender lo que leo	8	33	79	80
	4.0 %	16.5 %	39.5 %	40.0 %

El análisis de la *tabla 7* permite ver que ninguno de los aspectos vinculados con este factor tiene un efecto negativo sobre el rendimiento académico de los estudiantes.

De manera análoga, en la *tabla 8* se presentan los resultados del análisis realizado al factor motivación, evidenciándose que, al igual que para el autoconcepto, ninguno de los aspectos tiene un efecto negativo sobre el rendimiento académico de los estudiantes.

**Tabla 8.** Motivación.

Aspecto evaluado	Totalmente en desacuerdo F %	En desacuerdo F %	De acuerdo F %	Totalmente de acuerdo F %
Me pongo metas permanentes de superación	4	20	76	100
	2.0 %	10.0 %	38.0 %	50.0 %
Me esfuerzo por las cosas hasta el cansancio	2	26	79	93
	1.0 %	13.0 %	39.5 %	46.5 %
Los obstáculos tienen el poder de entusiasmarme	8	47	81	64
	4.0 %	23.5 %	40.5 %	32.0 %
Me gusta que las cosas se hagan lo mejor posible	1	7	74	118
	0.5 %	3.5 %	37.0 %	59.0 %
Soy exigente conmigo	6	23	83	88
	3.0 %	11.5 %	41.5 %	44.0 %
Me gusta opinar y guiar con mi punto de vista	5	32	88	75
	2.5 %	16.0 %	44.0 %	37.5 %

Adicionalmente, con la intención de identificar el nivel de importancia que reviste cada uno de los factores que resultaron significativos del rendimiento académico de los estudiantes sobre dicho constructo, se realizó un análisis de regresión por el método de pasos hacia atrás. Los resultados se muestran en la *tabla 9*.

**Tabla 9.** Cuarto modelo de regresión por el método de pasos hacia atrás.

Factor	C. Regresión	P
Constante	82.2	0.001
Motivación	1.7	0.002
Habilidad matemática	1.0	0.106
Autoconcepto	-1.6	0.039
Hábitos de estudio	-1.2	0.491
Habilidad verbal	0.1	0.871

Del análisis de la *tabla 9* se observa que el factor que reviste mayor importancia sobre el rendimiento académico de los estudiantes es la motivación, seguido del autoconcepto académico, siendo el total de la variación explicada por este modelo del 10.5 por ciento.

## Conclusiones

Una de las primeras conclusiones que se alcanzan en el presente estudio hace referencia a la falta de significancia del factor habilidad tecnológica en el rendimiento académico de los estudiantes del Bachillerato en Línea, lo cual pudiera obedecer por una parte, a que en el proceso de inducción al programa educativo se incluye un módulo denominado “Aula virtual” en el que se aborda el manejo de herramientas tecnológicas como el uso de correo electrónico, envío de documentos por medio de la plataforma, comunicación a través del aula virtual y por correo, búsqueda de información en la biblioteca virtual y buscadores académicos, así como otros elementos que resultan necesarios para el desarrollo de sus actividades académicas, lo cual permite consolidar las competencias digitales necesarias para desarrollar cada uno de los productos de aprendizaje de las asignaturas que conforman su carga académica.

Este hecho hace que no existan modificaciones en la variable independiente (habilidad tecnológica), por lo que no es posible esperar ver cambios en la variable dependiente (rendimiento aca-

démico). Además de que la existencia de interacción entre algunos de los factores oculta los efectos individuales, tal como lo establece Montgomery (1991), al señalar que las interacciones ocultan los efectos individuales de los factores.

Por otra parte, este resultado también puede deberse a la exposición que tienen los estudiantes al uso de los dispositivos electrónicos y las aplicaciones disponibles para éstos; por lo que si bien, en un principio sus habilidades tecnológicas no se encuentran vinculadas con el ámbito educativo, es a través de dicho proceso de inducción donde aprenden a potenciarlas incorporándolas a sus espacios de aprendizaje.

Lo anterior coincide con lo señalado por Area (2005, citado en García-Valcárcel y Arras, 2009), Godoy (2006, citado en García-Valcárcel y Arras, 2009) y Noshahr, Talebi y Mojallal (2014, citados en García y Cantón, 2019) quienes afirman que no hay evidencias definitivas sobre el impacto de las TIC en el aprendizaje.

Sin embargo, este resultado sí se contrapone a lo señalado por Román y Murillo (2014) y Caro y Bedoya (2015), quienes resaltan en sus estudios la importancia de las habilidades y destrezas tecnológicas en el desempeño académico de los estudiantes de programas en modalidad virtual.

Es así que, se podría aprovechar el nivel de desarrollo de estas habilidades para incorporar actividades de aprendizaje, que impliquen el uso de herramientas digitales, exploten su potencial y permitan un abordaje profundo de los temas en beneficio de su proceso formativo, ya que podrían implementarse tareas que no representan un desafío para los estudiantes, al utilizar herramientas digitales poco atractivas como: las presentaciones multimedia, videos o foros, con la posibilidad de impactar en la motivación por el cumplimiento de éstas.

Por otra parte, el hecho de que, tanto la habilidad verbal como la habilidad matemática resultaran significativas sobre el desempeño de los estudiantes, muestra que existe una heterogeneidad en los niveles de desarrollo de éstas; de ahí la importancia de nivelar la aptitud que tienen los estudiantes en estas áreas, ya que de acuerdo con Fernández (2011) y Botello y López (2014), los alumnos que carecen de habilidades de comprensión lectora suelen tener bajo rendimiento académico e incluso abandonan los cursos virtuales. Lo anterior da cuenta de la necesidad de consolidar los procesos de inducción para que, a través de ellos, se logre homogenizar los niveles de desempeño, así como el promover la lectura de manera transversal, dado que constituye una herramienta de aprendizaje determinante ante la inexistencia física de un docente que presente los contenidos en los programas virtuales; además de que la habilidad de lectura promueve el desarrollo del pensamiento lógico el cual también potencia la habilidad matemática.

En cuanto a los aspectos de cada factor que inciden de manera negativa en el rendimiento académico, no extraña el bajo nivel que

presentan los estudiantes con relación a los conceptos básicos de álgebra, lo que confirma los resultados encontrados por la OCDE (2016) al reportar que solo el 1 % de la población entre 15 y 17 años en México es competente en matemáticas; situación que se vuelve más compleja dado que, en los programas de este tipo, no sólo se tiene alumnos de esas edades, sino que también hay alumnos que son mayores de edad, los cuales han estado ausentes de las actividades escolares durante periodos prolongados de tiempo, durante los cuales dejaron de desarrollar y poner en práctica sus competencias matemáticas; hecho que complica el proceso de nivelación. Ante este desafío, resulta necesario que en el diseño curricular de las asignaturas del área se contemplen contenidos básicos de aritmética, dado que resultan necesarios para el desarrollo del álgebra tales como: las operaciones básicas con números enteros y fraccionarios; por ello, se debe considerar un mayor tiempo para el desarrollo de dichas asignaturas en los planes de estudio.

En cuanto a la significancia de los hábitos de estudio sobre el rendimiento académico, este resultado refuerza la idea de que es imperante su promoción a través de diferentes programas y proyectos que pudieran ser parte de los procesos de inducción y adaptación al programa, haciendo énfasis en el trabajo para el desarrollo de la autogestión, ya que este elemento resulta primordial en programas en modalidad virtual; tal como lo señalan De Loza y Carvajal (2015), Pineda y Alcántara (2017) y Murillo (2013) quienes en sus investigaciones encontraron que la gestión del tiempo determina el rendimiento académico en programas virtuales; impactando tanto en la vida académica como personal del estudiante, pues muchos de ellos, a pesar de ser menores de edad, no dedican tiempo exclusivo al estudio, sino deben compartirlo con actividades como el estudio de otra disciplina (artística, deportiva), el apoyo en casa o en una ocupación laboral informal, en tanto que los mayores de edad lo hacen entre el trabajo, el cuidado de la familia, la capacitación laboral, viajes de trabajo, entre otras actividades. Dicha promoción de la autogestión puede darse a través de la aplicación Calendario de entrega de actividades y cumplimiento de metas, la cual avisa a los estudiantes y tutores sobre la cercanía de las fechas de entrega, como la que está disponible en la plataforma Moodle.

Con relación al autoconcepto, el hecho de que resultara determinante del rendimiento académico de los estudiantes, da cuenta de la necesidad de fortalecer el desarrollo integral del alumno, a través de las competencias genéricas del perfil de egreso, preparándolo para enfrentar los problemas de la vida cotidiana, dándole a esta formación igual importancia que a la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades cognitivas como la matemática y la verbal, ya que al haber dejado de estudiar o no ser admitidos en programas presenciales, los estudiantes ven afectada su imagen de éxito académico, y no se sienten capaces de

tener buenos resultados. De ahí que, este factor deba ser abordado desde su primer contacto con el programa por medio del curso de inducción o mediante la plataforma, al configurarse en el aula virtual la barra de avance, para que le permita visualizar las tareas entregadas y aprobadas, haciéndose consciente de sus logros, o bien, a través de los cuestionarios con retroalimentación automática, en donde no sólo se incluye la respuesta correcta, sino un mensaje para cambiar esta percepción con base en una retroalimentación positiva del asesor, que no juzgue al estudiante que hace la tarea o actividad, sino que valore los logros e identifique las áreas de oportunidad para su mejora.

Finalmente, en cuanto a la motivación, el hecho de que este factor resultara ser el más importante, deja ver la necesidad de capacitar al profesorado más allá de las cuestiones relacionadas con el contenido, la evaluación, pedagogía, aula virtual y tecnología; ya que, en cierta medida, muchos de ellos ya son expertos en dichas temáticas y, donde realmente les falta consolidarse es en saber motivar a sus estudiantes; esto a través de la identificación de metas y el fortalecimiento del vínculo con el alumno mediante la comunicación sincrónica y asincrónica, utilizando diferentes herramientas tecnológicas del aula virtual; situación que se convierte en un imperativo, ya que más de la mitad de la población del programa en estudio tiene menos de 21 años y, debido a la etapa de desarrollo en la que se encuentran, la mayoría de ellos presenta una motivación extrínseca, cuando bien se encuentran motivados; por lo que, la figura del tutor se vuelve aún más relevante al existir la necesidad de anticipar situaciones de riesgo académico dando calidez al proceso educativo; tal como lo menciona García (2018), al señalar la necesidad de promover en los programas virtuales la motivación intrínseca.

Es así que, de estas conclusiones, se recomienda para el diseño de programas virtuales considerar el nivel de habilidad tecnológica con la que ya cuentan los estudiantes para promover, desde el inicio del programa, el uso de herramientas, que permitan el desarrollo de las competencias digitales del siglo XXI tales como: el pensamiento computacional, ya que, como se puede observar, las competencias básicas para el tránsito en el programa ya las poseen; por lo que, promover este tipo de actividad mental hará que los estudiantes sean capaces de resolver problemas críticos y computacionales de manera creativa, debiéndose fortalecer la formación académica en las siguientes áreas: resolución de problemas colaborativos, resolución de problemas con base en la informática, pensamiento computacional creativo, co-creatividad, resolución creativa de problemas y pensamiento computacional colaborativo (Sanabria y Romero, 2018).

En este mismo contexto, será indispensable, dado los resultados encontrados en este estudio, trabajar de manera transversal las competencias verbales, ya que, de acuerdo con Fernández (2011) y

Botello y López (2014), quienes no poseen un nivel adecuado en estas habilidades tienden a abandonar sus estudios. Esto hace ver que aun cuando posean las habilidades tecnológicas, estarían en riesgo académico. Aunado a esto, la habilidad matemática debe tener especial reforzamiento a lo largo de todo el plan de estudios, porque ésta potencia el pensamiento lógico y, por lo tanto, la resolución de problemas, es decir, el nivel básico para llegar a las competencias que Sanabria y Romero (2018) afirman como indispensables.

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

## Referencias

- Álvarez, L. (2012). Escala de motivación adolescente (EM1) basada en el Modelo Motivacional de McClelland. *Tesis Psicológica*, (7), 128-143.
- Artunduaga, M. (2008). *Variables que influyen en el rendimiento académico en la universidad*. Departamento MIDE. Métodos de investigación y diagnóstico en educación (pp. 1-17). España: Universidad Complutense de Madrid.
- Barbero, M. I., Vila, E. y Suárez, J.C. (2003). *Psicometría* (1ª ed). Madrid: UNED
- Borgobello, A. y Roselli, N. (2016). Rendimiento académico e interacción sociocognitiva de estudiantes en un entorno virtual. *Educação e Pesquisa*, 42(2), 359-374.
- Botello, H. y López, A. (2014). La influencia de las TIC en el desempeño académico: evidencia de la prueba PIRLS en Colombia 2011. *Revista Academia y Virtualidad*, 7 (2), 15-26.
- Caro, D. y Bedoya, J. (2015). *Factores académicos incidentes en el desempeño de los estudiantes de asignaturas virtuales CUC*. (Tesis de maestría). Colombia: Universidad de la Costa
- Cortés, J. (2017). *Influencia de hábitos de estudio en el rendimiento académico en estudiantes de V semestre de contaduría pública de la UPTC Seccional Chiquinquirá periodos académicos 2015-2016*. (Tesis de licenciatura). Colombia: Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia.
- Coschiza, C., Fernández, J., Redcozub, G., Nievas, M. y Ruiz, H. (2016). Características Socioeconómicas y Rendimiento Académico. El Caso de una Universidad Argentina. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 14(3), 51-76.
- De Loza, D. y Carvajal, K. (2015). Detección de necesidades para contrarrestar el bajo desempeño, reprobación y deserción escolar. Una mirada desde el programa de tutorías. *Revista Mexicana de Bachilleratos a Distancia*, 7(14), 43-48.
- Escanés, G., Herrero, V., Merlino, A. y Ayllón, S. (2014). Deserción en educación a distancia: factores asociados a la elección de modalidad como desencadenantes del abandono universitario. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 5(9), 45-55.
- Félix, A. (2015). Influencia de la motivación en el rendimiento académico de primer año de los alumnos de las carreras de ingeniería en sistemas computacionales, ciencias de la comunicación, administración de empresas y gastronomía de una universidad privada de México. (Tesis de maestría). México: Tecnológico de Monterrey.

- Fernández, N. (2011). Promoción del cambio de estilos de aprendizaje y motivaciones en estudiantes de educación superior mediante actividades de trabajo colaborativo en blended learning. *RIED, Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 14(2), 189-208.
- Garbanzo, G. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Educación*, 31(1), 43-63.
- García, L. (2018). El problema del abandono en estudios a distancia. Respuestas desde el Diálogo Didáctico Mediado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 245-270.
- García, S. y Cantón, I. (2019). Uso de tecnologías y rendimiento académico en estudiantes adolescentes. *Comunicar*, 27(59), 73-81
- García-Valcárcel, A. y Arras, A. (2009). *Competencias en TIC y rendimiento académico en la universidad: diferencias por género*. México: Pearson
- La Madriz, J. (2016). Factores que promueven la deserción en el aula virtual. *Orbis. Revista Científica Ciencias Humanas*, 12(35), 18-40.
- Martín, M. (2015). *Optimización del proceso de selección para incrementar la eficiencia terminal en los programas de posgrado*. (Tesis Doctoral). España, Universidad de Granada.
- Miñano, P., Cantero, M. y Castejón, J. (2008). Predicción del rendimiento escolar de los alumnos a partir de las aptitudes, el autoconcepto académico y las atribuciones causales. *Horizontes Educativos*, 13(2), 11-23.
- Montgomery, D. (1991). *Diseño y análisis de experimentos*. (1ª ed). México: Grupo Editorial Iberoamericana.
- Murillo, E. (2013). *Factores que inciden en el rendimiento académico en el área de matemáticas de los estudiantes de noveno grado en los Centros de Educación Básica de la Ciudad de Tela, Atlántida*. (Tesis de Maestría). Honduras: Universidad Pedagógica Nacional.
- Naupari, F. (2014). Evaluación del rendimiento académico de estudiantes universitarios en la modalidad presencial y virtual. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 4(2), 69-77.
- Navarrete, Z. y Manzanilla, H. (2017). Panorama de la educación a distancia en México. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13(1), 65-82.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2016). *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) PISA 2015 – Resultados México*. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- Pineda, O. y Alcántara, N. (2017). Hábitos de estudio y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Innovare*, 6(2), 19-34.
- Román, M. y Murillo, F. (2014). Disponibilidad y uso de TIC en escuelas latinoamericanas: incidencia en el rendimiento escolar. *Educação e Pesquisa*, 4(4), 879-895.
- Salcedo, M. y Villalba, A. (2008). El rendimiento académico en el nivel de educación media como factor asociado al rendimiento académico en la universidad. *Civilizar. Ciencias Sociales y Humanas*, 8(15), 163-188.
- Sanabria, J. y Romero, M. (2018). Competencias del siglo XXI en proyectos co-tecnocreativos. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 10(19), 16-25.
- 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 - e Avaliação Psicológica*, 1(25), 81-106. ISSN: 1135-3848.
- Vázquez, M., Cavallo, A., Aparicio, N., Muñoz, L., Robson, M., Ruíz, L. y Escobar, E. (2012). *Factores de impacto en el rendimiento académico universitario. Un estudio a partir de las percepciones de los estudiantes*. Memorias de la Decimoséptimas

Jornadas de Ciencias Económicas y Estadística. (pp. 1-14) Argentina. Universidad Nacional de Rosario.

Villa, L. (2014). Educación media superior, jóvenes y desigualdad de oportunidades. *Innovación Educativa*, 14(64), 123-144.

## Apéndice 1: Instrumento

**Instrucciones:** Completa o marca con X la celda según corresponda para registrar tus datos generales.

### Datos generales

- 
1. Nombre: \_\_\_\_\_
  2. Edad: \_\_\_\_\_ años
  3. Sexo: hombre  mujer
  4. Estado civil: soltero  casado  unión libre
  5. Número de hijos: \_\_\_\_\_
  6. Ocupación: \_\_\_\_\_
  7. Número de horas que trabajas a la semana: \_\_\_\_\_
  8. Ingreso mensual aproximado:  
 Menos de \$2,000  Entre \$2,000 y \$5,000  Entre \$5,001 y \$8,000   
 Entre \$8,001 y \$10,000  Más de \$10,001  No tengo ingresos
  9. Nivel educativo del jefe (a) del hogar: \_\_\_\_\_
  10. Número de dormitorios en tu hogar: \_\_\_\_\_
  11. Número de autos en tu hogar: \_\_\_\_\_
  12. Número de baños completos en tu hogar: \_\_\_\_\_
  13. Número de integrantes de tu familia mayores de 14 años que trabajan: \_\_\_\_\_
  14. Lugar de residencia: \_\_\_\_\_  
 Mérida  Población del interior del estado   
 Otro estado de la República  ¿Cuál? \_\_\_\_\_
  15. Cuentas con beca: Sí  No
  16. ¿Presentas alguna(s) de la(s) siguiente(s) dificultad(es) en tu persona?  
 Camino con ayuda de algún aparato (prótesis, órtesis)  Presento dificultad para ver   
 Tengo alguna dificultad al hablar   
 Tengo dificultad para centrar mi atención en una actividad   
 No presento dificultades  Otra  Tengo dificultad para escuchar

**Instrucción:** Completa o marca con X el alveolo según corresponda para completar tus datos generales.

17. Tu promedio de secundaria fue: \_\_\_\_\_
18. ¿En qué año ingresaste al Bachillerato en Línea? \_\_\_\_\_
19. Nivel o semestre del plan de estudios en el que te incorporaste al Bachillerato en Línea:  
 1  2  3  4  5  6
20. ¿Has cursado con anterioridad estudios de Bachillerato? Sí  No

21. Si has cursado estudios con anterioridad, ¿cuáles fueron las razones por las cuales abandonaste?:  
 Reprobación  Dificultad económica  Problemas familiares   
 Problemas de salud  Otro  Sin respuesta
22. Nivel o semestre en el que te encuentras actualmente en el Bachillerato en Línea:  
 1  2  3  4  5  6
23. Número de asignaturas de tu carga académica actual en el Bachillerato en Línea: \_\_\_\_\_
24. Número de asignaturas reprobadas en el periodo anterior: \_\_\_\_\_
25. ¿Cuentas en tu casa con espacio físico para realizar tus tareas: Sí  No
26. ¿Tienes un horario para realizar tus tareas?: Sí  No
27. Número de horas a la semana que dedicas al estudio: \_\_\_\_\_
28. ¿Cuentas con acceso a internet en tu casa para tus estudios? Sí  No
29. ¿Cuentas con una computadora para tus estudios? Sí  No

**Instrucciones:** Marca con una X tu respuesta indicando el dominio que tenías de las siguientes habilidades al momento de ingresar al Bachillerato en Línea; para ello, utiliza la siguiente escala:

	Poco hábil	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muy hábil
Al momento de ingresar al Bachillerato en Línea contaba con la habilidad para:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
30. Editar mi perfil (datos generales) en el correo electrónico.													
31. Editar mi perfil en la plataforma institucional.													
32. Utilizar navegadores de internet (Google, Internet explorer, Mozilla firefox).													
33. Participar en foros de la plataforma institucional.													
34. Utilizar el Drive para almacenar información (One Drive, Google Drive o Dropbox).													
35. Elaborar presentaciones en Power Point.													
36. Adjuntar archivos en el correo o plataforma institucionales.													
37. Comprender textos sencillos.													
38. Realizar lectura rápida.													
39. Sumar fracciones.													
40. Restar fracciones.													
41. Multiplicar fracciones.													
42. Dividir fracciones.													

43. Sumar con números negativos.																			
44. Restar con números negativos.																			
45. Resolver problemas utilizando la regla de tres.																			
46. Identificar el coeficiente de una expresión algebraica.																			
47. Identificar el grado absoluto de una expresión algebraica.																			
48. Identificar la literal de una expresión algebraica.																			
49. Citar al autor de un texto dándole crédito.																			
50. Organizar mi tiempo.																			
51. Definir los propósitos que esperaba lograr al iniciar el curso escolar.																			
52. Comunicarme de manera asertiva.																			
53. Expresar mis dudas de manera adecuada.																			

Al momento de ingresar al Bachillerato en Línea contaba con la habilidad para:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
54. Expresar mis dudas de manera oportuna.											
55. Tener en orden los materiales de cada asignatura.											
56. Distribuir mi tiempo para elaborar mis tareas.											
57. Expresarme con lenguaje oral fluido.											
58. Expresarme con lenguaje escrito correcto.											
59. Contaba con la habilidad de identificar problemas.											
60. Plantear alternativas para solucionar problemas.											
61. Usar la tecnología con fines académicos.											
62. Usar mis conocimientos para explicar diferentes procesos.											
63. Sintetizar información de diferentes medios.											

**Instrucciones:** Marca tu grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las siguientes afirmaciones utilizando la siguiente escala:

1. Completamente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. De acuerdo
4. Completamente de acuerdo

	1	2	3	4
64. Soy capaz de hacer bien las tareas, aunque sean difíciles.				
65. Aunque preste atención a las explicaciones y tutoriales que me mandan los asesores, no puedo realizar las tareas.				
66. Aunque preste atención a las explicaciones o los consejos de mi tutor, no puedo realizar las tareas.				
67. Aunque me esfuerce siempre me va a ir mal en mis estudios.				
68. Soy lento para aprender.				
69. Cometo muchos errores cuando hago las tareas.				
70. Me olvido fácilmente de lo que aprendo.				
71. Me cuesta entender lo que leo.				
72. Soy capaz de realizar buenas actividades de aprendizaje.				
73. Soy capaz de realizar buenos proyectos integradores.				
74. Me pongo metas permanentes de superación.				
75. Me esfuerzo por las cosas hasta el cansancio.				
76. Los obstáculos tienen el poder de entusiasmarme.				
77. Me gusta que las cosas se hagan lo mejor posible.				
78. Soy exigente conmigo.				
79. Me gusta opinar y guiar con mi punto de vista.				



# El trabajo documental de un futuro profesor de matemáticas al incorporar un Applet de geometría

Elena Freire Gard

Instituto de Profesores Artigas de Montevideo-Uruguay

Isaías Miranda

Instituto Politécnico Nacional

## **Resumen**

Con base en el Enfoque Documental de lo Didáctico, y en las tres maneras en que profesores usan la tecnología en el aula de clases (reemplazo, amplificador y transformador), identificadas por Hughes, en este artículo se analiza el trabajo documental de David, un futuro profesor de matemáticas que incorpora un re-curso digital en una de sus planificaciones de clase y lo utiliza en una de sus prácticas de enseñanza. La metodología es cualitativa, en su modalidad de estudio de caso. El análisis se hizo en cuatro fases: previo y durante la elaboración de la planificación; durante y después de la implementación de esta. Los resultados indican que el trabajo documental de David difiere en cada una de las fases. Se concluye que el trabajo documental es un proceso que permite al futuro profesor desenvolverse con mayor experiencia y conocimientos sobre el uso de los recursos digitales.

## **The documentary work of a prospective mathematics teacher incorporating a geometry Applet**

## **Abstract**

Based on the Documentary Approach to Didactics, and on the three ways teachers use technology in the classroom (replacement, amplifie , and transformer), identified by Hughes, this article analyzes the documentary work of David, a future math teacher. He incorporates a digital resource into his lesson plans and uses it in his teaching practices. The methodology is qualitative in its case study modality. The analysis was divided into four phases: before and during the planning preparation and during and after its implementation. The results indicate that David's documentary work differs in each phase. We conclude that documentary work is a process that allows the future teacher to develop with more significant experience and knowledge about the use of digital resources.

## **Palabras clave**

Enfoque Documental de lo Didáctico, Enseñanza de las matemáticas con tecnologías, Formación de profesores, Futuro profesor de matemáticas, Trabajo documental.

## **Keywords**

Documentary Approach to Didactics, Documentary work, Prospective mathematics teacher, Teaching of mathematics with technologies, Teacher training.

**Recibido:** 27/01/2021

**Aceptado:** 26/11/2021

## Introducción

La incorporación de las tecnologías digitales en las clases de matemáticas ha influenciado en la forma de aprender y de enseñar esta disciplina (Sacristán, Calder, Rojano, Santos, Friedlander y Meissner, 2010). En particular, varios investigadores en Educación Matemática han expresado los beneficios de incorporar este tipo de tecnologías<sup>1</sup> en la enseñanza de la geometría (Acosta y Fiallo, 2017; Hollebrands y Okumus, 2018; Laborde, Kynigos, Hollebrands y Strässer, 2006). Uno de esos beneficios es que, en unos pocos instantes, permite a los estudiantes tener múltiples construcciones de objetos geométricos al utilizar herramientas como “el arrastre” (Hollebrands y Okumus, 2018). Este tipo de herramienta brinda la oportunidad de que los propios estudiantes identifiquen propiedades geométricas o reconozcan si sus propias construcciones han respetado las características de la figura que se buscó construir (Acosta y Fiallo, 2017).

Ahora bien, la incorporación de las tecnologías en el aula no es una acción fácil de realizar. Algunos reportes de investigación ponen de manifiesto que los profesores de matemáticas experimentan dificultades en el uso de tecnologías digitales durante su práctica de enseñanza (Artigue, 2015; Drijvers, Ball, Barzel, Heid, Cao y Maschietto, 2016; Roberts, Leung y Lin, 2013; Psycharis y Kalogeria, 2018). Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), este tipo de dificultades son ocasionadas por el desconocimiento que los profesores tienen sobre el uso de las tecnologías (OCDE, 2018). Esto tiene como consecuencia el escaso uso didáctico de la tecnología en las prácticas de enseñanza (Carmona-Mesa y Villa Ochoa, 2017; Parada y Fiallo, 2012). Para superar esas dificultades es necesario que el futuro profesor (FP), durante su formación, adquiera competencias no sólo para usar las tecnologías digitales, sino también para integrarlas con propósitos didácticos y pedagógicos. Con base en esta necesidad, algunos educadores matemáticos han centrado su atención en explorar los requerimientos para que los FP de matemáticas adquieran habilidades para enseñar con tecnología (ver, por ejemplo, Bowers y Stephens, 2011; Llinares, 2018; Ruthven, 2009).

De acuerdo con Llinares (2018), un programa de formación es la base para una incorporación exitosa de las tecnologías en el aula. En este sentido, la capacitación tiene que permitir a los FP desarrollar habilidades para diseñar propuestas concretas y eficientes que involucren la integración de tecnologías para enseñar matemáticas (Drijvers *et al.*, 2016). Por ello, se sugiere que los formadores

---

<sup>1</sup> De ahora en adelante, a menos que sea especificado, el término “tecnología” hará referencia a las tecnologías digitales.

de futuros profesores [de ahora en adelante: profesor formador (PF)], además de mostrar cómo podría ser la enseñanza de las matemáticas con tecnologías, acompañen al FP durante sus prácticas de enseñanza con la intención de asesorarlos en la utilización de ellas. Es en este periodo de práctica en que el PF puede fortalecer las habilidades de enseñanza de los FP (Valbuena, Conde y Ortiz, 2018) y, a su vez, estudiar cómo ellos las implementan en las prácticas escolares. Según Jaworski (2008), este tipo de acompañamiento tiene consecuencias benéficas en el desempeño del FP dentro del aula.

Ahora bien, observar la enseñanza del FP no debe, únicamente, restringirse a lo que este hace en el salón de clase. El acompañamiento también puede consistir en incluir metodologías como la de la reflexión *a posteriori* de la propia práctica, pues esta permite al FP tomar conciencia de las acciones que puede mejorar durante sus clases (Chapman, 2009; Llinares y Krainer, 2006). El acompañamiento del FP de matemáticas en diversas etapas de su formación permite estudiar su aprendizaje. En otras palabras, observar el desempeño del FP al incorporar tecnologías en tres momentos distintos —antes, durante y después de sus prácticas de enseñanza— posibilita el análisis del fenómeno educativo *aprender a enseñar con tecnología*. Dicho fenómeno puede ser estudiado a partir de marcos teóricos que permitan detallar la forma como el FP (o, incluso, el profesor en servicio) integra tecnologías en su enseñanza con el propósito de mejorar el aprendizaje de sus estudiantes, tanto de conceptos matemáticos como del manejo de esas tecnologías. Assude, Grugeon, Laborde y Soury-Lavergne (2006) y Trouche, Gueudet, Pepin, Salinas-Hernández y Sacristán (2020a) han desarrollado, por separado, investigaciones en las que proponen marcos teóricos que tienen este propósito. Ambos marcos son adaptaciones de la aproximación teórica Génesis Instrumental, desarrollada por Vérillon y Rabardel (1995).

Aun cuando la Génesis Instrumental fue inicialmente propuesta para explicar los procesos de construcción de esquemas mentales en estudiantes que resuelven problemas matemáticos con el uso de tecnologías (Artigue, 2002), Goos *et al.* (2010) aseguran que es una de las tres aproximaciones más útiles para esclarecer el rol del profesor de matemáticas en un ambiente de enseñanza caracterizado por la presencia de tecnologías digitales. De hecho, en los marcos teóricos de Assude *et al.* (2006) y Trouche *et al.* (2020a) se parte de la consideración según la cual los profesores de matemáticas son los que guían las acciones que los estudiantes realizan al resolver un problema; así, los profesores, son también los que posibilitan que se produzca la Génesis Instrumental en sus estudiantes.

En cuanto al marco teórico de Assude. (2006), en él se propone el término “integración instrumental” para caracterizar los

distintos modos en los que profesores de secundaria usan la tecnología para que sus estudiantes reconozcan las propiedades de los cuerpos geométricos y, también, adquieran habilidades de uso de la tecnología. De esta forma, la integración instrumental mide el grado en que el profesor organiza su clase para propiciar la interrelación entre el manejo de la tecnología que debe tener el estudiante y el conocimiento matemático que éste debe adquirir con ese manejo.

Respecto del marco teórico desarrollado por Trouche *et al.* (2020a), llamado Enfoque Documental de lo Didáctico (EDD), se estudia la interacción que establecen profesores de matemáticas con los diferentes recursos (tecnologías digitales o no digitales) durante la planificación y ejercicio de su práctica de enseñanza. Más específicamente, a diferencia del marco de Assude *et al.* (2006), en el de Trouche *et al.* (2020a) la atención se centra, principalmente, en comprender la interacción de los profesores de matemáticas con los diversos recursos que ellos usan antes y durante su enseñanza. Trouche, Rocha, Gueudet y Pepin (2018) proponen el término “trabajo documental” para caracterizar esta interacción, la cual incluye seleccionar, modificar y crear nuevos recursos dentro y fuera de su clase.

Debido a que la presente investigación forma parte de un proyecto más amplio cuyos sujetos de estudio son FP de matemáticas, se considera que el marco teórico de Trouche *et al.* (2020a) es apropiado para responder la siguiente pregunta, guía del presente artículo: ¿cuál es el trabajo documental que genera el futuro profesor, David, al integrar la tecnología para enseñar la suma de ángulos internos de un polígono en un grupo de estudiantes de primer año de Educación Secundaria (estudiantes de 12-15 años)?

En la siguiente sección, marco conceptual, se explica con más detalle el término trabajo documental, cómo éste se relaciona con los conceptos principales del EDD y, a su vez, cómo es aplicado para responder la pregunta de investigación. Después del marco teórico, el artículo continúa con la sección de metodología. En ella se describe el contexto en el que se desarrolló este estudio y se detallan las cuatro fases en las que se tomaron los datos. Luego de esta sección se analiza lo hecho por David en el momento de preparar su práctica de enseñanza. El artículo termina con algunas conclusiones y reflexiones sobre el aprendizaje de los FP sobre la incorporación de la tecnología.

## Marco conceptual

En términos generales, el EDD (Trouche *et al.* 2020a) pretende obtener una visión holística de cómo el profesor de matemáticas hace uso de los distintos recursos para organizar su práctica de enseñanza. Esta visión holística se refiere, por un lado, a que el

término recurso no está únicamente restringido a los recursos tecnológicos y, por otro lado, a que la organización de la enseñanza incluye, también, los momentos previos a su implementación. Al aplicar este enfoque en el estudio de la forma de aprender a enseñar por parte de los FP de matemáticas, esta visión holística se presenta con relativa claridad. Debido a que, como parte de su formación, los FP deben impartir algunas clases de matemáticas (prácticas docentes), la preparación e implementación de una clase, así como la reflexión sobre lo que hicieron en ella, son los momentos adecuados para estudiar las diferentes interacciones que hacen ellos con los recursos que han decidido usar en cada uno de esos momentos.

Para precisar la forma de aplicar el EDD en la presente investigación, a continuación se exponen los términos *recursos*, *esquema de uso del recurso* y *documento*, los cuales ayudan a describir el trabajo documental de David.

Adler (2000) identifica que la palabra recurso (*resource*) se vincula a “volver nuevamente a la fuente o de manera diferente” (p. 207); su concepto se asocia a renovar, reabastecer. En el EDD, un recurso es definido como todo aquello que el profesor usa en y para su enseñanza. Trouche, Rocha, Gueudet y Pepin (2020b) retoman la definición de Salaün (2012), quien identifica que un recurso es algo generado con una intención, orientado a facilitar la comprensión o el aprendizaje. En este sentido, los recursos pueden ser o bien curriculares —aquellos que han sido diseñados exclusivamente para la enseñanza (por ejemplo: libros de texto, planes de estudio, *software* digital)— o bien no curriculares —aquellos que no han sido diseñados con un propósito educativo (por ejemplo: notas de periódicos, noticias) pero que pueden adaptarse para el trabajo docente; además, existen también recursos que pueden ser sociales (por ejemplo: conversaciones en foros) e, incluso, cognitivos (por ejemplo: marcos teóricos para ser implementados en la enseñanza) (Pepin y Gueudet, 2018). En forma breve, un recurso es: “la materia que alimenta el trabajo de los profesores” (Trouche *et al.*, 2020a, p. 4).

En el EDD se parte del supuesto según el cual un profesor, una vez que ha decidido qué recursos incorporará en sus clases, debe desarrollar alguna forma de utilizarlos (este orden: primero la planificación y, después, la implementación, se observa con mayor claridad en cursos de formación de profesores). De la utilización de los recursos surgen diferentes maneras de integrarlos en el aula. Estas maneras son denominadas *esquema de uso del recurso*. Vale aclarar que, al referirse a esquemas de uso de un recurso, se deben incluir aspectos asociados a la práctica de la enseñanza como: la forma de anticipar situaciones que pueden generarse en el aula, posibles modificaciones en la implementación del recurso frente a hechos no previstos, condiciones tanto espaciales como temporales en las que se va a implementar el recurso (por ejemplo:

tamaño del salón de clase, número de estudiantes, disponibilidad de equipo tecnológico). En el contexto de esta investigación, consideramos que el *esquema de uso de un recurso* es, también, la manera en que la tecnología es incorporada por parte de los futuros profesores.

Con respecto al término *documento*, debe entenderse en su más amplio sentido etimológico; es decir, es un medio (*-mento*) que sirve para hacer saber (*docēre*) algo. En este sentido, el documento generado por el profesor es todo aquello que produce antes, durante y después de desempeñar su rol docente en el aula. El *documento* no sólo se refiere a escritos (por ejemplo: notas de clase, libros de texto o planes de estudio), sino, incluso, a reflexiones que el profesor haga con sus estudiantes, producto de experiencias laborales o personales. En palabras de Gueudet y Trouche (2009), “el documento es mucho más que una lista de ejercicios [matemáticos]: está saturado de la experiencia de los profesores” (p. 205). Así, puede inferirse que la experiencia personal de cada profesor es también un documento. En términos generales, en el EDD se concibe al *documento* como aquello de lo que un profesor se sirve para lograr un determinado objetivo de aprendizaje. En el caso de FP, aun cuando a ellos se les proporcionan documentos específicos con los que deberán implementar sus prácticas docentes (por ejemplo: planes de estudio, libros de texto), la experiencia personal que ellos hayan adquirido antes y durante su formación es un documento que puede ser útil en el momento de realizar sus prácticas docentes.

En el EDD, el documento relaciona a los *recursos* y a los *esquemas de uso de un recurso* mediante la siguiente expresión: *Recurso + Esquema de uso = Documento* (Trouche *et al.*, 2020a). Esta expresión no debe entenderse como una ecuación matemática. Lo que ella significa es que un documento es el resultado que se obtiene al asociar el recurso con los esquemas que genera el profesor sobre ese recurso. Como los documentos son generados en la medida en que el profesor usa los recursos y desarrolla esquemas de uso de esos recursos, la expresión anterior debe entenderse como un proceso de generación de documentos. Es precisamente en este proceso de generación de documentos en el que es posible observar la interacción docente-recurso. Dicho de otra manera, es en este proceso en el que sucede el trabajo documental del profesor.

Para esta investigación, la expresión *Recurso + Esquema de uso = Documento* es aplicada para describir, específicamente, la interacción de David con los recursos que él usa en una clase de geometría. Con esto en mente, consideramos que el trabajo de Hughes (2005), quien distinguió tres formas en que un profesor usa tecnología en el aula, es útil para identificar los esquemas de uso de David cuando este emplea algún tipo de tecnología en su rol docente. Debe tomarse en cuenta que, aun cuando la propuesta

de Hughes se refiere a un profesor en servicio, su aplicación a un FP no altera su validez. A continuación, se describe de forma más detallada cómo se incorpora la propuesta de Hughes en la expresión *Recurso + Esquema de uso = Documento*.

Según Hughes (2005), las tres maneras de usar la tecnología en el aula son: *reemplazo*, *amplificador* y *transformador* (ver *figura 1*). En la manera de uso, identificada como reemplazo, el FP no transforma sus prácticas pedagógicas y la tecnología es utilizada para sustituir otros recursos ya existentes, pero sin modificar contenidos de enseñanza ni objetivos de aprendizaje. Ahora bien, si el FP utiliza la tecnología para realizar actividades con mayor eficiencia o para mejorar la rapidez y la precisión de resolución de tareas, la tecnología es usada como *amplificador*. Finalmente, si la incorporación de la tecnología logra modificar el modo de acceso al aprendizaje del estudiante, su uso es *transformador*. De acuerdo con Hughes, es en el uso transformador en el que se modifica el rol docente, las acciones que generan los estudiantes, la forma en que se apropian del conocimiento y se transforma el abordaje en el que se hace del tema.

**Figura 1.** Descripción de los indicadores de Hughes (2005) sobre los diferentes usos que se les da a los recursos digitales.

Esquema de uso reemplazo	Esquema de uso amplificador	Esquema de uso transformador
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El recurso ofrece un sustituto de lo que puede hacerse con lápiz y papel sin modificar las tareas ni el rol del profesor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El recurso tecnológico proporciona mayor eficacia, precisión y rapidez en la resolución de actividades y problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El recurso tecnológico ayuda a transformar el rol del estudiante, lo hace protagonista al aproximarse a los conceptos matemáticos. El estudiante se involucra en el aprendizaje activo.</li> </ul>

Fuente: Creación propia.

De esta forma, dado que el desempeño del FP es estudiado durante cuatro fases de la elaboración de una secuencia didáctica (ver sección de Metodología), es posible identificar el esquema de uso que tiene un FP respecto a la manera de implementar la tecnología en sus clases. Esto significa que, desde el punto de vista teórico, un FP puede tener distintos esquemas de uso durante las distintas fases en las que sucede su práctica de enseñanza. Por ejemplo, en la escritura de la planificación didáctica, puede tener un *esquema de uso amplificador* de la tecnología y, sin embargo, en el momento de implementar la secuencia, tener un esquema

de uso reemplazo. En el caso de esta investigación, las tres formas de emplear la tecnología conforman los esquemas de uso de David; además, estas formas son, a su vez, los indicadores que nos ayudarán a describir su trabajo documental.

### Metodología y contexto de la investigación

La metodología usada en esta investigación es cualitativa y se centra en un estudio de caso. De acuerdo con Stake (1998), esta metodología permite atender la particularidad y la complejidad de las acciones de los individuos. Asimismo, se seleccionó la metodología reflexiva de investigación utilizada en el EDD, reportada en el trabajo de Gueudet y Trouche (2009). De acuerdo con estos autores, el estudio de los documentos generados por un profesor (en nuestro caso, un FP) debe hacerse por medio del seguimiento dentro y fuera del aula. Este último seguimiento (fuera del aula) se refiere a lo que hace el profesor antes y después de implementar sus actividades planificadas. Esto le permite al investigador centrar la atención sobre el proceso reflexivo del propio profesor y confrontar su punto de vista entre el diseño y la implementación del recurso tecnológico.

El caso analizado en este artículo corresponde al trabajo documental de David, un FP del programa permanente de Formación Inicial de Profesores de Matemáticas en Uruguay. En el momento de realizar este estudio, David cursaba Didáctica III, un curso del último año de ese programa permanente. Este curso se entrelaza en forma continua con las situaciones de aula que vivencia todo FP durante su enseñanza; consta de una parte teórica y una práctica. La parte teórica se orienta a conocer aportes de investigaciones de la matemática educativa y a vincularlas a la enseñanza. La parte práctica del curso, llamada práctica docente, consiste en realizar, durante todo el año, el rol de profesor en un grupo de Educación Secundaria. El trabajo de todo FP se realiza bajo la supervisión del PF, titular del curso Didáctica III. La supervisión dura todo el año escolar. En específico, en al menos cinco clases, el PF observa el desempeño del FP cuando éste desempeña el rol de profesor en su grupo de práctica. Durante el curso Didáctica III, el PF realiza orientaciones al FP para diseñar secuencias didácticas, así como para incorporar diferentes tecnologías durante su rol de profesor. Además de ser supervisados por el PF, los FP deben visitar a sus compañeros en alguna de las sesiones de enseñanza de sus grupos de práctica para realizar la observación de aula y analizar la clase. La observación de aula realizada por cada FP tiene que generar aportes a la clase de su compañero. Esto implica sugerir mejoras e identificar aspectos positivos de la clase observada.

Para el caso específico del curso de Didáctica III en el que se encontraba David, la primera autora de este artículo fungió como PF y como investigadora. Parte de la evaluación semestral final de este curso consistió en que la PF les pidió a los FP que desarrollaran tres secuencias didácticas. Cada una de ellas debía cumplir las siguientes condiciones: 1) ser presentada y comentada con todo el grupo de FP y con la PF; 2) ser mejorada a partir de las sugerencias recibidas durante la presentación; 3) ser implementada en el grupo de Educación Media que cada uno de los FP tenía a su cargo. En el caso de David, él tenía a su cargo un grupo de 1er. año de Educación Secundaria (estudiantes de 12-13 años) y 4) ser reflexionada con la PF una vez que fuera implementada.

Además de la elaboración de las secuencias didácticas, los FP debían elaborar un escrito llamado Planificación. Éste debe contener la secuencia didáctica elegida por el FP, su resolución e implementación, el diseño de lo que se va a escribir en los pizarrones, las posibles dificultades que pudieran surgir en los estudiantes, las estrategias de enseñanza a utilizar y, finalmente una especificación del recurso utilizado. Este instrumento puede ser lúdico, tecnológico o, incluso, uno no diseñado para la enseñanza de las matemáticas, pero que se pudiera adaptar para este propósito. Además, en la Planificación, los FP debían explicitar los motivos por los que sugerían los ejercicios incluidos en sus secuencias didácticas.

Desde el punto de vista metodológico, las cuatro condiciones que debían cumplir las secuencias didácticas, mencionadas en los párrafos precedentes, permitieron observar el trabajo documental de David en las siguientes cuatro fases: 1) Previo al diseño de la secuencia didáctica, en intercambio con otros FP, 2) La Planificación de la secuencia didáctica, 3) La implementación de la secuencia didáctica y 4) La reflexión, luego de la implementación del recurso tecnológico.

La experiencia personal de David le permitió tener conocimientos sobre el uso del *software* GeoGebra. Como se verá en la siguiente sección, estos conocimientos le fueron de mucha utilidad durante la primera fase del desarrollo de su secuencia. En este artículo sólo se reporta una de las tres planificaciones de David. El tema elegido por él en esta secuencia fue: “Suma de los ángulos interiores de un polígono”. En la siguiente sección se describen los documentos de esta secuencia, generados por David en cada una de las cuatro fases mencionadas en el párrafo precedente. Todas las participaciones de David durante las cuatro etapas fueron grabadas en audio y video. Así, la recopilación de datos provino de dos fuentes principales: los escritos de David y las grabaciones de sus participaciones.

## Resultados y análisis del trabajo documental de David

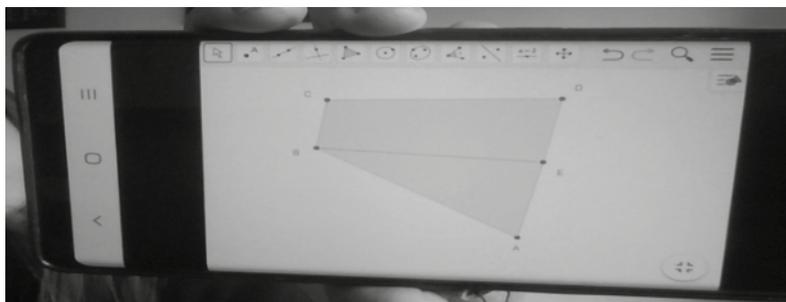
### *Fase 1: Previo al diseño de la secuencia didáctica, en intercambio con otros FP*

Como parte de la clase en la que se mencionan las características de la evaluación final semestral, la PF hizo hincapié en que, para incluir la tecnología digital en las clases de matemática, es necesario ayudar a los estudiantes por medio del uso de Applets (aplicaciones específicas incrustadas en una página *web*). La PF elaboró preguntas como las siguientes: ¿cómo diseñar una Planificación de clase que incluya el uso de un Applet para enseñar un contenido matemático?, ¿qué aspectos hay que considerar para utilizarlo?, ¿de qué manera los estudiantes accederán a los Applets?, ¿cuál podría ser el enunciado más adecuado de la tarea?, ¿qué dispositivo o artefacto se utilizará?, ¿cómo se hará el registro de lo que los estudiantes preguntan y de lo que ellos aprenden, junto con lo que ellos hacen con el recurso digital? Todas estas preguntas le aportan al FP insumos que lo llevan a averiguar cuál es la disponibilidad de recursos que ofrece la institución educativa donde él desarrolla su práctica docente.

En el caso de David, su experiencia en el manejo de tecnologías digitales le permitió proponer a la PF y a sus compañeros un Applet de GeoGebra (de ahora en adelante Applet) con el que sus estudiantes podrían estudiar la suma de los ángulos internos de cualquier polígono.

En esta fase, previa al diseño de la secuencia didáctica, David tuvo la iniciativa de verificar si la institución donde hacía sus prácticas disponía de computadoras portátiles para ser prestadas a cada estudiante. Al saber que sus estudiantes no iban a poder acceder al salón de informática y que no iban a tener su propia computadora para comenzar a utilizar el Applet, decidió que usaran sus propios teléfonos inteligentes (celulares) como equipos de cómputo. En el día previo a la implementación de su secuencia didáctica, David confesó a sus compañeros de clase y a la propia PF lo siguiente: “frente a la no disponibilidad de computadoras ni de la sala de computación, decidí utilizar el celular como artefacto y que mis estudiantes descargaran GeoGebra en cada uno de sus dispositivos [móviles]” (véase *figura 2*).

**Figura 2.** Estudiante muestra en su teléfono inteligente el Applet y las herramientas de GeoGebra sugeridas por David.



Aun cuando el recurso digital propuesto por David es el Applet y este puede asociarse como el resultado de su experiencia personal en el manejo del *software* de geometría dinámica GeoGebra (en el sentido de que su conocimiento sobre el uso de GeoGebra le permitió desarrollar el Applet con relativa facilidad), el hecho de diseñarlo con el fin de utilizarlo para enseñar un contenido matemático implicó que tuviera que pensar *a priori* su implementación y esquema de uso. Esto le llevó a crear una Ficha de trabajo del estudiante (de ahora en adelante, Ficha) para que este pudiera hacer uso del Applet.

Vale decir que, si bien David pudo haber propuesto usar una computadora y, por medio de ella, mostrar que la suma de los ángulos internos de cualquier polígono tiene una relación con el número de lados del polígono, su decisión de usar los teléfonos móviles como herramientas de cómputo fue una estrategia didáctica que estuvo basada en su intención de permitir que cada estudiante “se diera cuenta” de esa relación. Con esta intención se infiere que, previo al diseño de la secuencia, David pretendía utilizar la tecnología con el esquema de uso transformador. En la siguiente sección se analiza si su forma de proponer el uso del Applet podría contribuir al cumplimiento de este objetivo.

### *Fase 2: La Planificación de la secuencia didáctica*

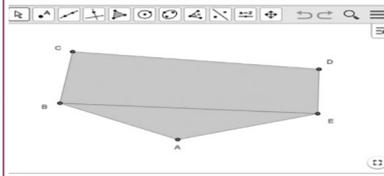
En esta segunda fase se describe el trabajo documental de David en la elaboración de su Planificación antes de la implementación de su secuencia didáctica en su grupo de práctica docente. Para ello, centramos la atención en los diseños de su Ficha y su Applet. La Ficha incluye orientaciones para acceder al Applet (ver *figura 3*: Indicaciones de acceso al Applet, foto izquierda) y actividades que deben realizar los estudiantes (ver *figura 3*: Actividades para realizar en el Applet, fotos: izquierda y derecha) una vez que accedan al Applet. El Applet es una figura geométrica conformada por un cuadrilátero y un triángulo (ver ejemplo en *figura 3*, foto derecha).

Durante la discusión con el grupo de FP sobre cómo fue diseñado el Applet, David aseguró que:

el triángulo se construyó a propósito con un vértice hacia abajo, ya que en clases anteriores se identificó y generó la discusión sobre la orientación de la figura para definir si era o no un triángulo; algunos alumnos no identificaban un triángulo cuando no estaba apoyado en una de sus bases.

Aun cuando el objetivo de la secuencia didáctica fue el de obtener la suma de los ángulos internos de un polígono, en su respuesta David deja entrever que el diseño de su Applet tenía también la intención de contribuir a cambiar algunas falsas concepciones que pudieran tener sus estudiantes.

**Figura 3.** Ficha de trabajo del estudiante. La ficha consta de indicaciones de acceso al Applet y de actividades para realizar. El Applet puede consultarse en <https://www.geogebra.org/m/kyhy5gqp>.

Indicaciones de acceso al Applet	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Abre la <b>Graficadora</b> de GeoGebra </li> <li>2) En el menú de <b>opciones</b> selecciona <b>abrir</b>.</li> <li>3) En el <b>buscador</b>, escribe entre comillas "Actividad L64" y selecciona la 2.</li> <li>4) Haz clic en la imagen que aparece con ese nombre.</li> <li>5) Se mostrará una imagen como la siguiente:</li> </ol>	
Actividades para realizar en el Applet	
<p>Observando la figura, responde en tu cuaderno de clase:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) ¿Cuántas figuras observas? Nómbralas e indica la cantidad de lados y ángulos interiores que tiene cada una.</li> <li>b) Selecciona ahora la herramienta de medición <b>Ángulo</b> y mide los ángulos interiores de la figura (ABE). Escribe la medida de los ángulos:  <math>\widehat{ABE} = \underline{\hspace{2cm}}</math>  <math>\widehat{BEA} = \underline{\hspace{2cm}}</math>  <math>\widehat{EAB} = \underline{\hspace{2cm}}</math>            ¿Cuánto suman los 3 ángulos?</li> </ol> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Medición</p>  </div> </div>	<ol style="list-style-type: none"> <li>c) Mueve el punto A y repite el procedimiento que realizaste en el punto b). ¿Puedes sacar alguna conclusión?</li> <li>d) Con la herramienta de medición <b>Ángulo</b>, mide ahora los ángulos interiores de (BCDE).  <math>\widehat{BCD} = \underline{\hspace{2cm}}</math>  <math>\widehat{CDE} = \underline{\hspace{2cm}}</math>  <math>\widehat{DEB} = \underline{\hspace{2cm}}</math>  <math>\widehat{EBC} = \underline{\hspace{2cm}}</math>            ¿Puedes establecer alguna condición entre estas medidas? Mueve los vértices C, D y observa las medidas de los ángulos anteriores. ¿Puedes llegar a alguna conclusión?</li> <li>e) Teniendo en cuenta las conclusiones anteriores. ¿Qué puedes decir de la suma de los ángulos interiores del (ABCDE)? ¿Cómo lo explicarías?</li> <li>f) ¿Podrías deducir la suma de los ángulos interiores de una figura de 6 lados? ¿Y de 7 lados?</li> </ol>

Fuente: Trabajo de David.

El Applet y la Ficha pueden considerarse como dos recursos curriculares que David elabora para su secuencia didáctica. El primero es un recurso digital; el segundo, un recurso no digital. Ahora bien, si las seis actividades para realizar en el Applet de la Ficha [partes de la a) a la f)] son conceptualizadas como documentos (en el sentido de que, por medio de ellas, David intenta lograr el objetivo de aprendizaje de la secuencia), puede decirse que la Ficha es un recurso no digital que se conforma de seis documentos. Cada uno de estos documentos puede ser analizado

a partir de sus recursos (el Applet y la Ficha) y del esquema de uso de este Applet. En la *tabla 1* se resume el análisis de los seis documentos. En ella se puede observar que, en el diseño de su Ficha, David propuso diferentes esquemas de uso del Applet.

**Tabla 1.** Resumen de los diferentes usos del Applet, según el análisis de la Ficha diseñada por David.

Actividad del estudiante	Esquema de uso del Applet propuesto por David	Trabajo Documental
<b>Parte a)</b> ¿Cuántas figuras observas? Nómbralas e indica la cantidad de lados y ángulos interiores que tiene cada una	<i>Esquema de uso reemplazo</i> de GeoGebra. El Applet es utilizado para sustituir recursos tradicionales (ejemplo: una imagen o una construcción realizada con útiles de geometría).	Applet + Ficha + <i>Esquema de uso reemplazo</i> de GeoGebra
<b>Parte b)</b> Selecciona ahora la herramienta de medición Ángulo y mide los ángulos interiores de la figura (ABE)	<i>Esquema de uso amplificador</i> de GeoGebra. Pretende hacer uso de una herramienta que ofrece mayor precisión (por ejemplo, medir la amplitud de los ángulos) que los útiles de geometría.	Applet + Ficha + <i>Esquema de uso amplificador</i> de GeoGebra
<b>Parte c):</b> Mueve el punto A y repite el procedimiento que realizaste en el punto b). ¿Puedes sacar alguna conclusión? <b>Parte d):</b> Con la herramienta de medición Ángulo, mide ahora los ángulos interiores de (BCDE) ¿Puedes establecer alguna condición entre estas medidas? Mueve los vértices C, D y observa las medidas de los ángulos anteriores. ¿Puedes llegar a alguna conclusión? <b>Parte e):</b> Teniendo en cuenta las conclusiones anteriores. ¿Qué puedes decir de la suma de los ángulos interiores del (ABCDE)? ¿Cómo lo explicarías? <b>Parte f):</b> ¿Podrías deducir la suma de los ángulos interiores de una figura de 6 lados? ¿Y de 7 lados?	<i>Esquema de uso transformador</i> de GeoGebra. Utiliza la funcionalidad dinámica del <i>software</i> GeoGebra para inferir o descubrir algo nuevo.	Applet + Ficha + <i>Esquema de uso transformador</i> de GeoGebra

La forma de redactar la parte a) indica que David propone utilizar GeoGebra como reemplazo de lo que pudiera hacerse en el pizarrón. Las acciones que se piden realizar al estudiante en esta

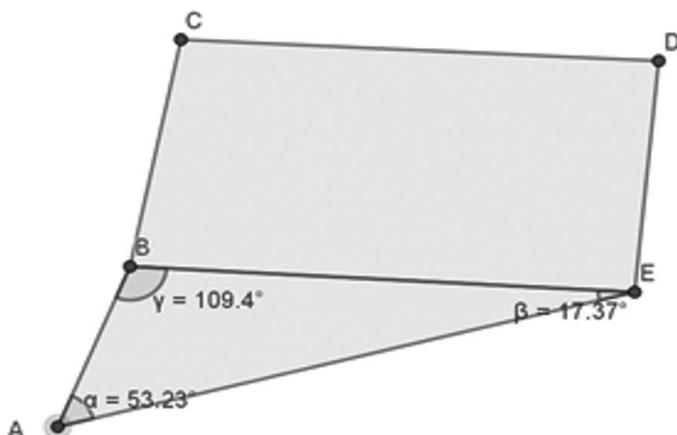
parte (nombrar las figuras e indicar número de ángulos interiores y lados según lo que observe en la figura del Applet) podrían realizarse sin el uso del Applet. De esta forma, el recurso digital es utilizado para reemplazar recursos ya existentes. En esta parte de la actividad, el enunciado y el rol docente no han tenido ninguna transformación con respecto a una enseñanza en la que no se hubieran incluido recursos digitales. En otras palabras, la tecnología digital se utiliza de la misma manera en que se usarían los recursos tradicionales; en este sentido, el rol del profesor dentro del aula no cambia. Según el EDD, podría decirse que el documento que se genera en esta parte de la Ficha se expresa de la siguiente manera: *Applet + Ficha + Esquema de uso reemplazo de GeoGebra = Parte a)*. A continuación, se analiza la argumentación que David presenta de la parte b) de su Ficha.

La parte b) brinda un espacio para que el estudiante coloque las medidas de los ángulos interiores del polígono, obtenidas a partir de usar una herramienta del Applet. Para que estas medidas fueran precisas, David consideró algunas características de la configuración del *software* vinculadas al redondeo de valores numéricos. Al escribir su Planificación indicó que: “se configura GeoGebra para obtener la amplitud de los ángulos en grados hasta centésimos. Así, al realizar la suma de los ángulos observarán [sus estudiantes] que les da 180°”. La justificación de esta configuración que él hizo a su PF y al resto de los FP de su grupo fue la siguiente: “se utilizará la herramienta *Ángulo* de la barra de herramientas de GeoGebra, para medir la amplitud de los ángulos interiores del triángulo; el *software* proporcionará mayor exactitud de dichas medidas en comparación a si hubieran utilizado útiles de geometría”. Esta afirmación de David deja en evidencia la intencionalidad de un esquema de uso amplificador del recurso, pues la medición de los ángulos con instrumentos geométricos (por ejemplo: transportador, compás) podría no ser tan precisa como con la herramienta digital. *El documento* que se genera en la parte b) se puede expresar como *Applet + Ficha + Esquema de uso amplificador de GeoGebra = Parte b)*.

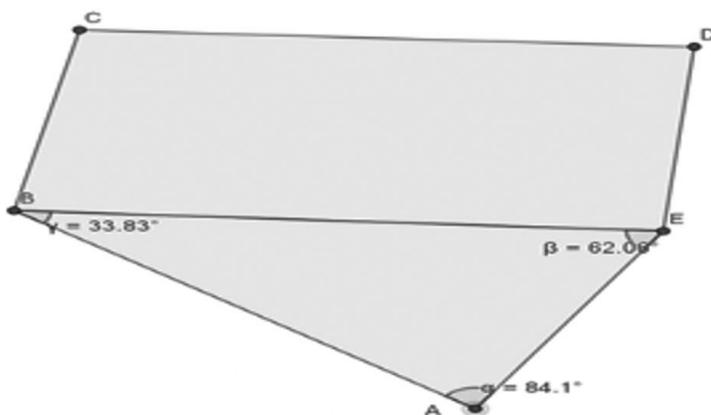
Ahora bien, el trabajo documental generado por David en su Ficha también incluye otras formas de usar la tecnología. Al preguntarle en qué consiste la parte c) de la Ficha, David responde: “se les pedirá [a los estudiantes] que muevan el punto A de modo que obtendrán valores distintos de las medidas de los ángulos y podrán llegar a una conclusión”. Esta intención se ve reflejada en la propia redacción de la parte c): “Mueve el punto A y repite el procedimiento que realizaste en la parte b. ¿Puedes sacar alguna conclusión al respecto?” Con esta instrucción, David incluye la característica dinámica del *software*; es decir, sin necesidad de realizar nuevas construcciones y, al modificar la posición de uno de los vértices, es posible obtener otros nuevos polígonos. En las *figuras* 4, 5 y 6 puede observarse cómo un estudiante podría

modificar la posición del punto “A” en el plano. Además de mover este punto, la parte c) solicita que se midan, con la herramienta “Ángulo”, los ángulos del triángulo ABE y que se sumen en cada nuevo triángulo obtenido. Esto con la intención de que los estudiantes pudieran obtener una primera conjetura entre la suma de los ángulos interiores de un polígono y los lados de éste.

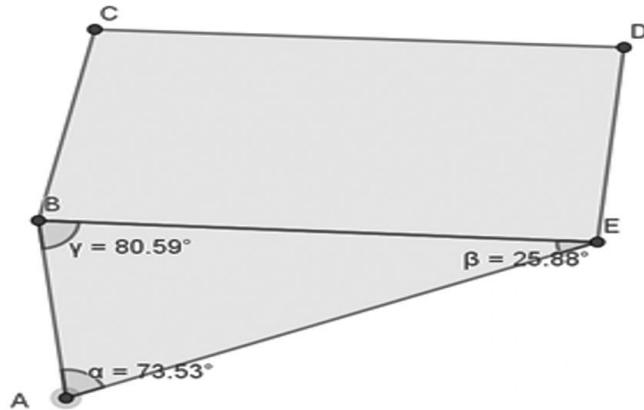
**Figura 4.** Una primera posible posición del vértice A.



**Figura 5.** Al arrastrar el vértice A, puede observarse una segunda posible posición de él.



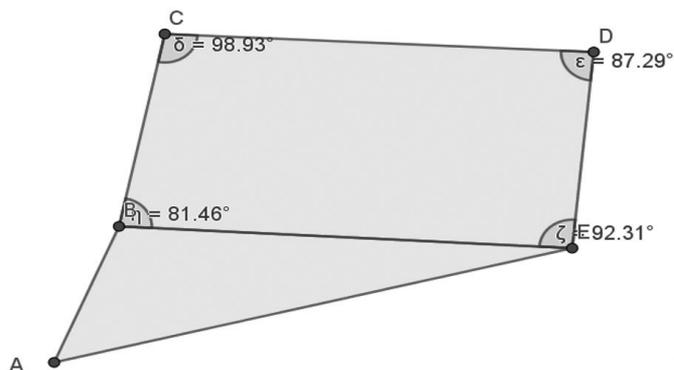
**Figura 6.** Al arrastrar nuevamente el vértice A, puede obtenerse una tercera posible posición de él.



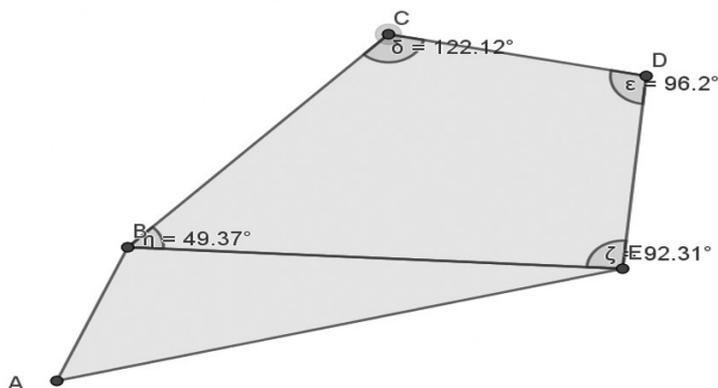
La redacción de la parte c) pone de manifiesto la intencionalidad de David de que sus estudiantes pusieran más atención en la relación de la suma de los ángulos que en la técnica de medir ángulos, tal y como sucedería si usaran herramientas no digitales de geometría. Así, sus estudiantes estarían en la posibilidad de abordar un nuevo conocimiento matemático. Tomando en cuenta únicamente la parte c) de la Ficha, el trabajo documental generado por David se constituye por: *Applet + Ficha + Esquema de uso transformador de GeoGebra = Parte c)*.

La parte d) de la Ficha es muy similar a las partes b) y c), pues pide medir las amplitudes de los ángulos del cuadrilátero CDEB, mover los vértices C y D y medir los ángulos interiores de cada cuadrilátero obtenido. En las *figuras 7, 8 y 9* se muestra una posible secuencia de posiciones del cuadrilátero CDBE al mover los vértices C y D.

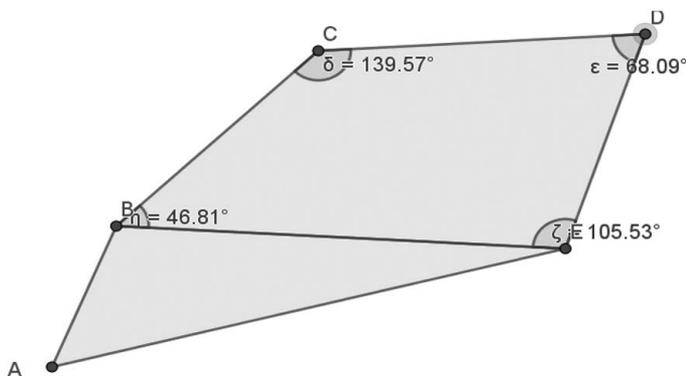
**Figura 7.** Una primera posible posición de los vértices C y D.



**Figura 8.** Al arrastrar los vértices C y D, una segunda posible posición de ellos puede obtenerse.



**Figura 9.** Al arrastrar nuevamente los vértices C y D, una tercera posible posición de ellos puede obtenerse.



Con esta parte de la Ficha, David pretendía que sus estudiantes llegaran a una nueva conjetura respecto de la suma de los ángulos interiores de un cuadrilátero. En sus propias palabras, David comentó que en la parte d) “se les pedirá [a los estudiantes] que muevan los vértices C y D de modo que también puedan observar que la suma se mantiene constante en  $360^\circ$ ”. De esta forma, el esquema de uso del recurso proyectado por David en esta parte de la Ficha es *transformador*. Es decir, David prevé que el rol docente será de guía y que el alumno tendrá el rol principal en el proceso de aprender. Aún más, junto con las partes b) y c), David tenía la intención de que sus estudiantes vincularan la suma de ángulos de un triángulo con la suma de ángulos de un cuadrilátero. Esto para lograr que ellos establecieran una relación

entre la suma de los ángulos interiores y los lados del polígono. En su Planificación David escribió: “Les pediré que piensen cuántos triángulos necesitan para formar la figura y relacionen con lo que estuvimos trabajando [partes a), b) y c) de la Ficha]”. El trabajo documental de David, en esta parte de su Ficha, se puede expresar como: *Applet + Ficha + Esquema de uso transformador de GeoGebra = Parte d)*.

En la parte e) de la Ficha se propone que el estudiante formule conclusiones y proponga cuánto suman los ángulos de un pentágono a partir de la figura del Applet (ver *tabla 1*). La intencionalidad de David era la de permitir que sus estudiantes encontraran una relación entre el número de lados del polígono y la suma de amplitudes de sus ángulos internos. Así, la redacción de esta parte tiene el propósito de provocar una transformación en el aprendizaje de los estudiantes; es decir, al seguir las instrucciones de la parte e), se pretende que el estudiante adquiera un nuevo conocimiento, pues a partir de las experiencias de las partes anteriores, David pensaba que el Applet permitiría, a sus alumnos, elaborar conclusiones por sí solos. Así, el trabajo documental generado en la parte e) se caracteriza de la siguiente manera: *Applet + Ficha + Esquema de uso transformador de GeoGebra = Parte e)*.

La intencionalidad de la última parte de la Ficha, parte f), fue la de permitir que los estudiantes de David escribieran una fórmula para calcular la suma de las amplitudes de los ángulos interiores de un polígono de “n” lados (ver *tabla 1*). El hecho de concluir las actividades con una expresión general y el modo en el que David solicita interactuar con el Applet deja entrever que el esquema de uso de estos recursos es transformador, pues deseaba que sus propios estudiantes encontraran un patrón que relacionara la suma de ángulos internos de un polígono con los lados de ese polígono. Así, el trabajo documental en esta parte de la Ficha puede representarse con la siguiente expresión: *Applet + Ficha + Esquema de uso transformador de GeoGebra = Parte f)*.

El análisis en conjunto de cada una de las partes de la Ficha permite dar cuenta cómo David deseaba visualizar su clase. En términos generales, podemos decir que el esquema que él pretendía implementar con el Applet era *transformador*; sin embargo, la forma de redactar cada una de las partes de la Ficha indica que sus estudiantes difícilmente lograrían transformar su conocimiento geométrico sobre los polígonos y la suma de sus ángulos internos. Para que David pudiera experimentar la inclusión de la tecnología en su clase y se pudiera dar cuenta de si su secuencia podía lograr que sus estudiantes observaran la relación matemática entre la suma de ángulos internos y los lados de un polígono cualquiera, era necesario poner en práctica la Ficha y el Applet. Este proceso de diseñar e implementar una secuencia ayuda a configurar el trabajo documental de David a medida que éste experimenta su rol docente al enseñar lo que planificó en la Ficha.

En la siguiente fase se analizan los documentos generados en el aula al implementar la secuencia didáctica.

### *Fase 3: La implementación de la secuencia didáctica*

Desde el punto de vista del análisis de los datos generados en la implementación de la secuencia didáctica, en esta fase se busca reportar el trabajo documental desarrollado por David; es decir, se pretende conocer cuáles fueron los esquemas de uso que se observaron en la clase.

La visita de la PF a la clase en la que David implementó el Applet duró 45 minutos. Al comienzo de la clase, los alumnos tuvieron algunas imprecisiones en la manipulación del Applet, pues algunos de ellos movieron sin intención algunos de los vértices del polígono del Applet. Luego de que los estudiantes adquirieran mayor habilidad para manejar el Applet, continuaron con la lectura de las partes de la Ficha.

En la fase 2 se identificó que el esquema de uso del Applet en la parte a) de la Ficha era de reemplazo. Después de observar el desempeño de los estudiantes de David, identificamos que ellos no hicieron uso del *software* para responder las preguntas de la parte a). Así, en esta primera parte de la Ficha, el trabajo documental de David durante su clase fue *Applet + Ficha + Esquema de uso reemplazo de GeoGebra = Parte a)*. En otras palabras, el trabajo documental de David en la parte a) de su Ficha fue el mismo tanto en la Planificación como en la implementación de su secuencia.

El modo como la tecnología fue usada por David al implementar en su clase la parte b) de la Ficha nos indicó que su esquema de uso fue amplificador, como se había identificado en la fase 2. En efecto, al pretender medir los ángulos del triángulo con la herramienta “Ángulo”, se observó que el Applet permitió a los estudiantes mejorar la prolijidad de la construcción y la precisión de las medidas de los ángulos. En este sentido, el trabajo documental de David durante la implementación de esta parte coincidió con el trabajo documental identificado en la fase 2.

En las partes c) y d) de las actividades propuestas en la Ficha, los estudiantes, por medio del Applet, pudieron utilizar la característica dinámica del *software* para obtener nuevos triángulos y cuadriláteros al cambiar la posición de uno de sus vértices. De hecho, en la clase se observó que los estudiantes resolvieron estas partes con rapidez, pues ellos ya habían adquirido habilidad en el manejo del Applet. Esto les permitió obtener, en cada caso y de forma inmediata, las amplitudes y las sumas de los ángulos interiores de cada triángulo y cada cuadrilátero. Incluso, en un comentario posterior a la clase respecto al desempeño de sus estudiantes en estas partes de la Ficha, David reconoció que ellos: “pudieron experimentar, al mover los vértices de una figura, [...] que la suma de los ángulos interiores de un triángulo siempre es de 180 grados”.

Al percatarse que el movimiento de uno de los vértices del triángulo y del movimiento de dos de los vértices del cuadrilátero no alteraba la suma de sus ángulos internos, los estudiantes pudieron conceptualizar a los triángulos de una nueva forma. Ahora, ellos podrían identificar a un triángulo en términos de la suma interna de sus ángulos y no únicamente por el conteo de sus lados. Así, una vez más, podemos decir que el trabajo documental de David durante la implementación de las partes c) y d) coincide con su trabajo documental de la planificación de su secuencia.

Las partes e) y f) de las actividades implicaban un grado de abstracción mayor que las otras partes de la Ficha (ver *tabla 1*). Para resolver estas partes, los estudiantes debían concluir lo hecho por ellos en las partes anteriores de la Ficha y, además, explicar una característica general de los cuadriláteros en términos de la suma de sus ángulos interiores. Recuérdese que el objetivo de aprendizaje propuesto por David era que sus estudiantes obtuvieran una fórmula o relación para calcular la suma de ángulos internos de un polígono de “n” lados. Durante la observación de la clase por parte de la PF, no se evidenció que los estudiantes hayan logrado, por sí solos, llegar a esta explicación. De hecho, fue el propio David quien orientó los razonamientos de sus estudiantes para que enunciaran esa relación. Así, el trabajo documental de David en las partes e) y f) no coincide con su trabajo documental durante la Planificación; el uso del Applet fue amplificador y no transformador. En otras palabras, a diferencia de la fase 2, en esta fase 3, el trabajo documental de las partes e) y f) se puede expresar así: *Applet + Ficha + Esquema de uso amplificador de GeoGebra = Partes e) y f)*.

A pesar de esta diferencia, la primera elaboración de la Ficha y la incorporación del Applet en la clase de David sirvieron para que él se diera cuenta de que se requerían mejoras en la redacción de algunos de los enunciados de la secuencia didáctica a fin de lograr, en otro momento, un acercamiento diferente de los estudiantes hacia el conocimiento de la relación entre los lados de un polígono y la suma de la medida de sus ángulos internos. A continuación, se muestra la forma como la PF y David reflexionaron sobre la implementación del Applet y sobre la elaboración de la Ficha.

#### *Fase 4: La reflexión luego de la implementación del recurso tecnológico*

Al culminar la clase, la PF y David conversaron y reflexionaron sobre lo que había sucedido en ella. La retroalimentación generada entre ambos permitió identificar aspectos que pudieran mejorarse en las primeras fases de la elaboración de la secuencia didáctica y, a su vez, pudieran servir para futuras implementaciones. David reconoció que la primera fase fue de gran valor y fue muy enriquecedora para continuar con la mejora del diseño de la tarea y de la Planificación. En la conversación, David mencionó que: “el intercambio con mis compañeros permitió elaborar una

mejorada respecto de la primera idea original [propuesta inicial de David no mencionada en este artículo] que atendió sus recomendaciones”. David identificó que fue fundamental indagar la disponibilidad de recursos tecnológicos de la institución educativa donde hizo sus prácticas, pues así pudo decidir con anticipación qué artefacto utilizar y cómo preparar a sus estudiantes para usar el Applet. Aseguró que la decisión de descargar GeoGebra en los teléfonos celulares de sus alumnos le permitió optimizar el tiempo de clase. También valoró haber diseñado en forma minuciosa el escrito de la Planificación, pues pudo anticipar situaciones de aula y desenvolverse con mayor tranquilidad. Un aspecto que David observó fue que: “el aprendizaje de la matemática se logra, no por el recurso en sí mismo, sino por el trabajo del profesor al utilizarlo como medio para alcanzar el aprendizaje”. Este tipo de reflexiones le sirvieron para generar conocimientos y mejorar su rol de profesor.

En cuanto a las reflexiones sobre su rol docente, David identificó que es necesario detenerse a pensar en cómo se desenvolverá el profesor en el aula al incluir recursos tecnológicos; a su vez, se centró en la mejora, tanto de la implementación de los recursos digitales como en su propio desempeño durante la práctica docente. En particular, comentó: “el rol del docente en la Planificación de la actividad [secuencia didáctica], en la interacción de los diversos recursos y en el manejo de los registros [de representación matemática] que le quedarán al estudiante es fundamental para que la clase sea exitosa”. Sin embargo, la PF sugirió que: “sería necesario incluir en la Planificación, con mayor detalle, cómo será el rol docente, para así lograr que los estudiantes puedan realizar conjeturas”. Si bien David consideró que el diseño de la Planificación ayuda a organizar la clase, se dio cuenta de que es necesario realizar algunos ajustes que podrían, en el futuro, ayudar a desarrollar la clase en mejores condiciones.

Respecto de la Ficha, David identificó que su diseño dirigía las acciones de sus estudiantes y que, con pequeños ajustes, les daría mayor posibilidad de explorar y conjeturar. Mencionó que: “el recurso, cuando se utiliza para investigar y dejar que los estudiantes sean los partícipes de esta experimentación, tiene más riqueza para el aprendizaje que al utilizarlo como una herramienta para ejercitar habilidades rutinarias”.

David concluyó que: “es necesario realizar alguna modificación a la Ficha propuesta, pues direccionaba el quehacer del estudiante. Esto generó que algunos estudiantes perdieran la motivación inicial y se transformara en una [secuencia didáctica] rutinaria”. Después de esta conclusión, surgió la idea de incluir en la Ficha una tabla con partes incompletas para que el alumno pudiera completar el proceso de cálculo de la suma de ángulos interiores de un polígono vinculados al número mínimo de triángulos que lo conforman. Asimismo, David identificó aspectos del

Applet que tendría que mejorar para que el polígono diseñado en él no se modifique al realizar la parte a) de la Ficha. Al respecto, comentó: “la creación del Applet de la primera actividad [parte a)] no tenía los puntos fijos, con lo cual generó que algunos estudiantes tuvieran distintas mediciones al moverseles la figura [polígono]”, tal vez, si los puntos B y E fueran fijos esto no hubiera sucedido”. La PF coincidió que, si bien identificó estas dificultades, consideró que David solucionó sin inconveniente este imprevisto.

Estas reflexiones surgieron como consecuencia de las diferencias entre los esquemas de uso del recurso digital, previstos en la Planificación en las partes e) y f), y los logrados en su implementación. En efecto, David previó generar en su enseñanza un *documento* conformado por el recurso y el *esquema de uso transformador*; sin embargo, el *esquema de uso* logrado en las partes e) y f) fue *amplificador*. Las modificaciones sugeridas en esta Fase 4 podrían ayudar a lograr desarrollar el *esquema de uso transformador*. Otras ideas que surgieron en este intercambio fueron incluir, en el Applet, tablas dinámicas para realizar la suma de los ángulos interiores y personalizar la barra de herramientas. Esto implicaría habilitar sólo los íconos que se debían utilizar en el Applet, lo cual permitiría mejorar la atención de los estudiantes. Otra modificación sugerida durante la conversación entre la PF y David fue configurar en el Applet la amplitud del ángulo entre 0 y 180° a fin de evitar que el *software* mida ángulos externos del polígono al utilizar la funcionalidad “Amplitud de un ángulo”.

A partir de la observación de aula, tanto David como la PF consideraron que se realizó un uso adecuado y organizado del pizarrón, e identificaron que la escritura de la Planificación fue un insumo orientador que ayudó a David y a sus estudiantes a tener un registro de lo que se fue aprendiendo en su clase. La PF reconoció que: “la realización del diseño de los pizarrones en la Planificación facilitó a David tomar rápidamente decisiones sobre qué escribir en la clase”. A su vez, la Ficha permitió integrar las respuestas de las partes de la secuencia e incluir comentarios sobre las posibles conjeturas de los estudiantes. De esta forma, la Ficha sirvió de guía y permitió realizar un registro ordenado y más rápido del pizarrón. Vale mencionar que las participaciones y dudas de los estudiantes fueron registradas en el pizarrón; esta forma de registro fue, de hecho, un tema discutido, previo al desarrollo de la clase. Así, la propia reflexión lleva a David a darse cuenta de la importancia de los documentos (en el sentido de Trouche *et al.*, 2020a) que son necesarios crear o perfeccionar para desarrollar la práctica docente del profesor. Asimismo, David identificó que la inclusión de la tecnología digital tuvo como ventaja que los “estudiantes que no participan habitualmente, al utilizar GeoGebra, participaron y generaron aportes [a la clase]”. Del mismo modo, valoró que se desarrollaron actitudes de cooperación entre estudiantes durante el uso del Applet.

## Conclusiones y reflexiones finales

El objetivo de esta investigación fue describir el trabajo documental que realizó David, un FP de matemáticas, al incluir un Applet de GeoGebra para enseñar la suma de ángulos internos de un polígono, en un grupo de 1er. año de Educación Secundaria. En este artículo se utilizó el EDD como marco teórico para analizar los documentos que genera un FP al incluir un recurso tecnológico para enseñar matemática. En la descripción del caso de estudio, se refleja que la integración de la tecnología funciona más allá de ser un sustituto de herramientas tradicionales como el lápiz y el papel. Lo que se pudo observar al describir el trabajo documental de David en las cuatro fases descritas fue que él vivenció un proceso de aproximación a diferentes usos de GeoGebra. Primero, lo usó como un sustituto de útiles de geometría; segundo, para que sus estudiantes lograran experimentar la característica dinámica del *software*; tercero, para desarrollar conjeturas en relación con la suma de los ángulos interiores de un triángulo y de polígonos de 4, 5 y 6 lados.

El análisis de los datos permite concluir que el trabajo documental de David dependió de las fases en las que él se encontraba durante la preparación de la secuencia didáctica. En otras palabras, la interacción entre David y el recurso tecnológico digital no siempre coincidió con el uso que efectivamente se logró en el aula. *El esquema de uso transformador* de la tecnología implica mayor complejidad para el docente, pues, aunque pueda anticiparse su uso durante la Planificación de una secuencia didáctica, en la práctica este uso, a veces, no se logra concretar. Otro aspecto importante que surge del análisis es la importancia de la reflexión antes de la implementación del recurso, como también después de incorporarlo para enseñar matemáticas. Esta reflexión no sólo permite mejorar los conocimientos que David adquiere en el uso de los recursos, sino también genera aprendizaje sobre nuevas implementaciones que él pudiera realizar en clases futuras.

Consideramos que el aprendizaje de los diferentes usos de recursos para la enseñanza debe vivenciarse desde la formación inicial del profesorado de matemáticas. Pero es necesario tomar en cuenta que los recursos tecnológicos, por sí solos, no son la panacea para las preocupaciones didácticas del profesor o para superar las dificultades que puede vivenciar un estudiante al aprender matemáticas. Por el contrario, es necesario que el FP pueda complementar el uso de recursos tecnológicos con recursos manipulativos no digitales. En vista de la complejidad que implica el aprendizaje del uso de la tecnología en la clase de matemáticas, consideramos fundamental que la enseñanza del uso de los recursos digitales comience, como lo sugiere Llinares y Krainer (2006), en la formación inicial docente y, de esta manera, propiciar una opinión más favorable sobre el uso de estos recursos. Asimismo,

sugerimos que el FP transite por diferentes usos del recurso tecnológico. Esto para tener un mejor panorama sobre los distintos roles de los estudiantes y de él mismo. Esta enseñanza no puede culminar en un enunciado de intenciones, sino que tiene que concretarse en prácticas concretas. Un posible camino en la formación de profesores es, primero, elaborar simulaciones de enseñanza con cambio de roles, en las que un FP desempeña el rol del docente y sus compañeros de estudio (es decir, otros FP) simulen el rol de estudiantes de una clase; segundo, llevar esas experiencias a la propia aula.

Este estudio de caso deja entrever que integrar tecnologías puede ser un acto complejo para los FP. Estos necesitan de una enseñanza previa del uso de la tecnología en el diseño de secuencias didácticas, con la finalidad de que su implementación en el aula logre transformar el conocimiento matemático de los estudiantes. A su vez, del análisis de los datos se puede inferir que el uso de un recurso tecnológico requiere de un proceso de aprendizaje; es mediante este proceso que los FP pueden incrementar los conocimientos sobre cómo utilizar los recursos y cómo implementar u orientar su propio rol y el del estudiante. Este proceso puede caracterizarse a partir de las decisiones que toma el FP sobre las diferentes modalidades de usar la tecnología en las fases de elaboración e implementación del recurso tecnológico. Estas decisiones influyen sobre los esquemas de uso que se desarrollan sobre el recurso; esto quiere decir que la planificación le sirve como guía para su labor docente. Lo que hace en su labor docente no debe restringirse a lo que la Planificación le indica; por el contrario, su labor docente debe ser flexible. Esto le permite adaptarse en forma natural a lo que ocurre en la clase junto con sus estudiantes, atendiendo las dudas, intervenciones y los procesos de aprendizaje que se desarrollan en el aula. Es esta propia experiencia la que va moldeando los esquemas de uso de los recursos que se utilizan y, a la vez, el rol docente del FP mejora. En el caso de David, su trabajo documental se gestó a partir de elaborar el Applet, se fue desarrollando en el intercambio que sostuvo con la PF y los demás FP sobre la pertinencia del Applet, se robusteció durante la implementación de la secuencia en su clase y, finalmente se fortaleció en la conversación que él sostuvo con la PF, al final de su clase.

Consideramos que cada vez que se produce el ciclo: diseño, escritura de la secuencia didáctica, implementación de ésta en el aula, reflexión sobre la práctica, se genera un nuevo trabajo documental que permite al FP desenvolverse con mayor experiencia y conocimientos sobre los esquemas de uso de los recursos digitales que implemente en el aula.

Futuras investigaciones son necesarias para indagar cómo el trabajo documental de los FP se ve afectado por la incorporación de recursos curriculares distintos del Applet y de la Ficha. Por ejemplo, puede ser de interés al campo de la Educación Matemática observar

cómo los FP generan documentos a partir del empleo de recursos no curriculares como las notas periodísticas. La utilización de este recurso, junto con los esquemas de uso que se hagan de él, genera necesariamente documentos que pueden ser útiles en la enseñanza de las matemáticas.

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

## Referencias

- Acosta, M. y Fiallo, J. (2017). *Enseñando geometría con tecnología digital: una propuesta desde la Teoría de las Situaciones Didácticas*. Bogotá: UD.
- Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205–224. doi: 10.1023/A:1009903206236
- Artigue, M. (2015). Tecnologías de la información y de la comunicación y aprendizaje basado en la investigación: ¿Qué sinergias? En Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (Ed.), *Las nuevas metodologías en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*, (pp. 17-27). Academia de Artillería de Segovia.
- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 245–274. doi: 10.1023/A:1022103903080
- Assude, T., Grugeon, B., Laborde, C. y Soury-Lavergne, S. (2006). Study of a teacher professional problem: how to take into account the instrumental dimension when using Cabri-geometry? En L. Son, Sinclair, N., Lagrange, J. y Hoyles, C. (Eds.). *Proceedings of the Seventeenth Study Conference of the International Commission on Mathematical Instruction* (pp. 317-325). Hanoi: Institute of Technology.
- Bowers, J. y Stephens, B. (2011). Using technology to explore mathematical relationships: a framework for orienting mathematics courses for prospective teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14(4), 285-304. doi: 10.1007/s10857-011-9168-x
- Carmona, J. y Villa-Ochoa, J. (2017) Necesidades de formación en futuros profesores para el uso de tecnologías. Resultados de un estudio documental. *Revista Paradigma*, 38(1), 169-185.
- Chapman, O. (2009). Educators reflecting on (researching) their own practice. En R. Evan y D. Ball (Eds.). *The professional education and development of teachers of mathematics*. The 15th ICMI Study. Boston: Springer, 121-126. doi: 10.1007/978-0-387-09601-8\_14
- Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, M., Cao, Y. y Maschietto, M. (2016). *Uses of technology in lower secondary Mathematics Education*. Springer.
- Goos, M., Soury-Lavergne, S., Assude, T., Brown, J., Kong, C. M., Glover, D., Grugeon, B., Laborde, C., Lavicza, Z., Miller, D. y Sinclair, M. (2010). Teachers and teaching: theoretical perspectives and issues concerning classroom implementation. En C. Hoyles y J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics education and technology—Rethinking the terrain* (pp. 311–328). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Guedet, G. y Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics* 71, 199–218. doi: 10.1007/s10649-008-9159-8

- Hollebrands, K. y Okumuş, S. (2018). Secondary mathematics teachers' instrumental integration in technology-rich geometry classrooms. *The Journal of Mathematical Behavior*, 49, 82-94. doi: 10.1016/j.jmathb.2017.10.003
- Hughes, J. (2005). The role of teacher knowledge and learning experiences in forming technology integrated pedagogy. *Journal of Technology and Teacher Education*, 13(2), 277-302. Recuperado el 11 de enero de 2022, de: <https://www.learntechlib.org/primary/p/26105/>
- Jaworski, B. (2008). Mathematics teacher educator learning and development. En B. Jaworski y T. Wood (Eds.). *Handbook of Mathematics Teacher Education, Vol.4: The Mathematics Teacher Educator as a Developing Professional* (pp. 1-13). Rotterdam: Sense Publishers.
- Laborde, C., Kynigos, C., Hollebrands, K. y Strässer, R. (2006). Teaching and learning geometry with technology. In *Handbook of research on the psychology of mathematics education* (pp. 275-304). Brill Sense.
- Linares, S. (2018). Conocimiento, competencia docente del profesor de matemáticas y llegar a ser un formador de profesores. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 13, 1-3. doi: 10.35763/aiem.v0i13.237
- Linares, S. y Krainer, K. (2006). Mathematics (student) teachers and teacher educators as learners. En A. Gutiérrez y P. Boero (Eds.). *Handbook of research on the Psychology of Mathematics Education (PME)*. Rotterdam. The Netherlands: Sense Publishers.
- OCDE (2018). *Teaching and learning international survey (TALIS) 2018 conceptual framework*. doi: 10.1787/19939019
- Parada, S. y Fiallo, J. (2012). Una mirada con profesores de Santander (Colombia) sobre el uso de tecnologías en clase de matemática. *Memoria Congreso Iberoamericano de Aprendizaje Mediado por Tecnología*, 757-766.
- Pepin, B. y Gueudet, G. (2018). Curriculum resources and textbooks in mathematics education. En Lerman, S. (ed.) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer.
- Psycharis, G. y Kalogeria, E. (2018). Studying the process of becoming a teacher educator in technology-enhanced mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21(6), 631-660.
- Roberts, D., Leung, A. y Lin, B. (2013). From the slate to the web: Technology in the mathematics curriculum. En A. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, y F. Leung (Eds.) *Third international handbook of mathematics education* (pp. 525-547). Berlin: Springer.
- Ruthven, K. (2009). Towards a naturalistic conceptualisation of technology integration in classroom practice: The example of school mathematics. *Education and Didactique*, 3(1), 131-159. doi: 10.4000/educationdidactique.434
- Sacristán, A. I., Calder, N., Rojano, T., Santos, M., Friedlander, A. y Meissner, H. (2010). The influence and shaping of digital technologies on the learning — and learning trajectories— of mathematical concepts. En C. Hoyle y J. B. Lagrange (Eds.), *Mathematics education and technology*. Rethinking the terrain (pp. 179-226). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Salaün, J. (2012). *Vu, lu, su. Les architectes de l'information face à l'oligopole du Web*. París: La Découverte.
- Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ediciones Morata.
- Trouche, L., Gueudet, G. y Pepin, B. (2018). Documentational approach to didactics. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education*. N.Y.: Springer. doi: 10.1007/978-3-319-77487-9\_100011-1

- Trouche, L., Gueudet, G., Pepin, B., Salinas-Hernández, U. y Sacristán, A. (2020a). El enfoque documental de lo didáctico. DAD-Multilingual. Recuperado de: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02557744v2>
- Trouche, L.; Rocha, K.; Gueudet, G. y Pepin, B. (2020b). Transition to digital resources as a critical process in teachers' trajectories: the case of Anna's documentation work. *ZDM Mathematics Education*. doi: 10.1007/s11858-020-01164-8
- Valbuena, S., Conde, R. y Ortiz, J. (2018). La investigación en educación matemática y práctica pedagógica, perspectiva de licenciados en Matemáticas en formación. *Educación y Humanismo*, 20(34), 201-215. doi: 10.17081/eduhum.20.34.2593
- Vérillon, P. y Rabardel, P. (1995). Cognition and artefacts: a contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. *European Journal of Psychology of Education*, 10(1), 77-101. doi: 10.1007/BF03172796



# Percepción de desempeño en la escritura académica de estudiantes de Ingeniería en una universidad pública argentina

Alegre Nara  
Nadal Macarena  
Rosso Florencia  
Pozzo María Isabel

Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Humanidades y Artes. Rosario, Argentina

## **Resumen**

Los géneros discursivos en las ingenierías, basados mayormente en el uso de modelos y secuencias de instrucciones y vehiculizados, a través de lenguajes formales (numéricos, formulaicos, gráficos, etc.), difieren de las prácticas argumentativas propias de la escritura académica, lo cual puede constituir dificultades. El objetivo del presente artículo es describir el desempeño de estudiantes de ingeniería en la escritura académica, desde su propia perspectiva y de sus docentes. En particular, se focaliza en sus logros y dificultades a partir de un estudio de casos en las carreras de Ingeniería Mecánica y Electrónica de una universidad pública argentina. Como técnicas de recolección de datos se aplicaron cuestionarios semiestructurados a estudiantes y docentes, y entrevistas a ingenieros reconocidos de las carreras. Los resultados evidencian principalmente dificultades en: transformar el lenguaje simbólico al coloquial, informar con precisión, usar terminología específica y argumentar con claridad.

## **Palabras clave**

Escritura académica, géneros discursivos, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica, universidad.

## Perception of performance in academic writing of engineering students in an Argentine public university

### **Abstract**

The most frequent discursive genres in Engineering careers, based on the use of models and sequences of instructions and vehicles through formal languages (numerical, formulas, graphics, etc.), differ from the argumentative practices of academic writing, which can turn them into difficulties. The objective of this article is to describe the performance of engineering students in academic writing from their own perspective and that of their teachers. In particular, their achievements and difficulties are elicited from a case study in the careers of mechanical and electronic engineering at an Argentine public university. Data collection is carried out through semi-structured questionnaires applied to students and teachers, as well as interviews to recognized career engineers. The results show difficulties

### **Keywords**

Academic literacy, discursive genres, electronic engineering, engineering, mechanical engineering, university.

**Recibido:** 17/04/2020

**Aceptado:** 08/11/2021

in the academic writing of engineering students, among which the following are highlighted by students and teachers: transforming symbolic to colloquial language, reporting accurately, using specific terminology and arguing clearly.

## Introducción

La escritura no sólo permite expresar ideas y transmitir conocimientos, sino que también alberga un potencial epistémico, en tanto instrumento que acrecienta y transforma el saber propio; es por ello una herramienta del pensamiento (Colombo y Carlino, 2015). Esta concepción difiere de aquellos supuestos que la definen como habilidad elemental, capacidad de adquirir de manera instantánea o asunto que concierne sólo a especialistas (Carlino, 2004).

Según Zhizhko (2014), es necesario comprender a las prácticas de escritura académica desde el paradigma histórico-cultural, debido a que existen diferencias entre los estudiantes en relación con sus edades, *status* social, formaciones previas, habilidades, etc. En tal sentido, variarán los requerimientos retóricos y las estrategias discursivas de acuerdo con el tipo de alumno y el programa curricular de una disciplina específica (Flores 2014).

Esto insta a pensar a la lectura y escritura como instrumentos claves para apropiarse de las nociones específicas de un campo de conocimiento (Carlino, 2004). En este sentido, Bruner (1989) destaca la importancia de tomar distancia de aquello que uno sabe, reflexionando sobre el propio conocimiento durante el proceso educativo. Se denomina a esa actividad como metacognición, la cual refiere al conocimiento que tienen los alumnos de sus propios procesos cognitivos y al control que ejercen sobre ellos. Es pertinente establecer una relación entre esta categoría y las concepciones de escritura esbozadas anteriormente, ya que aluden a la posibilidad de implementar acciones autorreguladoras en el proceso de formación, evaluando la pertinencia y relevancia de los procedimientos realizados. Conocer las estrategias de producción y utilizar conscientemente la escritura permitirá reflexionar y aprender no sólo procedimientos discursivos estratégicos, sino también contenidos disciplinares.

En este contexto, el presente artículo describe el desempeño en la escritura académica de estudiantes de Ingeniería Mecánica y Electrónica, operacionalizado en sus logros y dificultades desde su propia perspectiva y la de los docentes. La elección de las carreras mencionadas tiene como base el supuesto de que en las disciplinas ingenieriles predomina el uso de modelos y secuencias de instrucciones, utilizando en mayor medida un lenguaje numérico, fórmulas y gráficos y un modo de aprendizaje activo, visual y sensible

por parte del alumnado (Flores, 2014). Esto, muchas veces lleva a desconsiderar la importancia de los procesos y operaciones cognitivas más profundas que requiere la escritura, para concebirla desde un sentido epistémico y transformador.

Por esa razón, conocer el desempeño en la escritura académica de los estudiantes y de los docentes, desde sus perspectivas, cobra especial relevancia, para identificar la concepción que predomina de esta práctica en las mencionadas carreras. La descripción contribuye, asimismo, al estudio de las condiciones institucionales y prácticas de enseñanza que modelan los recorridos formativos relevados. La presente investigación forma parte de un proyecto mayor,\* con el cual comparte el interés por abordar las prácticas de escritura en el grado y posgrado, respectivamente.

El estudio se realiza en carreras de Ingeniería Mecánica y Electrónica de una universidad pública argentina. Según la Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación (SPU), en 2017 egresaron de esta universidad 119 estudiantes de Ingeniería Electrónica y 172 de Mecánica, que representan el 14,2 % y 21,5 % respectivamente del total de egresados de dichas carreras en todo el país. Estas cifras ponen de manifiesto la importancia de las carreras tomadas como caso en el contexto nacional.

### *El potencial epistémico de la escritura*

Carlino (2014) plantea que leer y escribir son habilidades inseparables de los contextos y contenidos en los que tienen lugar. La autora explica que los modos de escritura y lectura son diferentes en cada campo del saber; y es contundente al afirmar la necesidad de entenderlas como aspectos imprescindibles en el aprendizaje de una materia.

El libro *Escribir en las disciplinas. Intervenciones para desarrollar los géneros académicos y profesionales en la Educación Superior* de Gallardo-Saborido y Nuñez-Román (2017) aborda el proceso de alfabetización académica de los alumnos en la universidad. Los autores entienden a los géneros discursivos como maneras convencionales de redactar textos, en los que adquiere una importancia sustancial las intenciones, la audiencia, el papel (o voz) del escritor y el contexto en que se circunscribe la escritura.

Por la similitud al campo disciplinar aquí abordado, son pertinentes los aportes de Flores (2014), quien advierte diferencias entre la escritura de estudiantes de ingeniería y aquellos que estudian humanidades. Es por esto que la autora menciona la importancia de adecuar el diseño de las tareas específicas de cada disciplina a los géneros propios de cada nivel educativo, advirtiendo que identifica

---

\*Se proporcionará el nombre una vez concluido el proceso de evaluación.

la comunidad discursiva en cada disciplina, promueve la reflexión y profundiza el conocimiento.

En consonancia con lo señalado, el estudio realizado por Reinozo (2011) recupera la percepción de docentes de ingeniería, quienes sostienen que un alto porcentaje de estudiantes no practica apropiadamente la lectura, lo cual, según el autor, se relaciona con el analfabetismo académico. A partir de ello, plantea que un modo de reducir esta problemática sería el fomento de la unión intrínseca entre la lectura comprensiva y la escritura de argumentos, considerándolas como áreas transversales a las disciplinas en la educación superior.

Dadas las falencias detectadas en la comprensión y producción de textos escritos de los estudiantes, Bocca y Vasconcelo (2008) indagan mediante cuestionarios las representaciones sociales respecto de las prácticas de escritura. Recaban que para el 80 % de los alumnos, escribir bien es "escribir sin errores de ortografía". Las autoras sostienen que, como los estudiantes tienen muchas dificultades, esto les impide vislumbrar otros aspectos conceptuales y estructurales involucrados en la escritura. Tras un análisis de las respuestas estudiantiles, reconocen dificultades a la hora de producir un texto, tales como: construir su rol como enunciadores e identificar características de los géneros discursivos.

El interés por el desempeño en la escritura académica de estudiantes universitarios también concierne al posgrado (Aitchison y Lee, 2006; Arnoux *et al.* 2004; Caffarella y Barnett, 2000; Carlino, 2003; Carlino, 2008; Colombo, 2014). En efecto, los estudios reconocen la importancia de las prácticas de escritura para realizar una tesis, junto a las dificultades de graduados universitarios para presentar sus descubrimientos o técnicas para comunicar sus percepciones sobre la investigación (Delyser, 2003). En el caso particular de los ingenieros, y con una técnica de recolección de datos similar a la utilizada en este artículo, se recabó la percepción de estudiantes de Maestría acerca de sus propias prácticas de escritura, caracterizadas por ser más técnicas y orientadas a la práctica (Pozzo, 2019). Los resultados del mencionado estudio señalan dificultades en estudiantes de ingeniería, quienes aducen no haber tenido materias en donde aprendieran a escribir, argumentar y justificar en su carrera de grado.

Por otra parte, el estudio de Flores (2014) constituye otro antecedente cercano del presente trabajo. En él, la autora identifica las siguientes dificultades en la escritura académica de los estudiantes: ordenar jerárquicamente las ideas del texto en general y un párrafo en particular, hacer uso del discurso narrativo y/o descriptivo para preparar argumentos válidos, enfatizando ideas y elaborar conclusiones. A dichas dificultades la autora suma el conocimiento de la estructura conforme al género, el uso de conectores y signos de puntuación apropiados, junto al seguimiento de referentes (como cambios de tiempo verbal y personas dentro del texto).

En esta misma línea, Serrano de Moreno *et al.* (2012) indagan los tipos de textos que los estudiantes de ingeniería deben escribir, siendo los más frecuentes la toma de apuntes, los informes y reportes de investigación, la resolución de ejercicios matemáticos y los ensayos. La investigación también señala que la corrección ortográfica y de puntuación, la claridad en la expresión y la atención a aspectos formales, se constituyen en las exigencias docentes que más se repiten respecto a la escritura de los estudiantes. Para las autoras, estos requerimientos no están ligados a la esencia misma de lo que significa escribir y señalan que, en dicho proceso, lo que los estudiantes deben considerar son aspectos discursivos y retóricos. Asimismo, el artículo revela la perspectiva estudiantil sobre la función de la escritura, relacionándola principalmente a la copia de apuntes, transcripción de textos y resolución de ejercicios. Las autoras sostienen que, tanto estudiantes como docentes, no conciben la escritura con un sentido epistémico y transformador.

### *¿Lenguaje Matemático Versus Argumentación?*

Wenzel *et al.* (2014) reconocen que el lenguaje de las ciencias exactas presenta significados diferentes a los usualmente atribuidos a una determinada palabra. Esto tiene relación con lo planteado por Duval (2010), al interpretar que el aprendizaje de la matemática activa procesos cognitivos importantes como: el razonamiento, la conceptualización, comprensión de textos y resolución de problemas. Entonces, enseñar y aprender matemática, implica que dichas actividades cognitivas requieren, además del lenguaje natural, la utilización de distintos registros de representación y de expresión (Oviedo *et al.*, 2012). La argumentación no queda exenta aquí, según Calderón y León (2008), pues la elaboración de este tipo de textos en las ciencias exactas permite al estudiante organizar sus procesos cognitivos. Asimismo, escribir otorga la posibilidad de avanzar en el dominio de entendimientos abstractos, lo que implica el desarrollo de habilidades cuantitativas, en este caso, la realización de fórmulas, cálculos, entre otros (Wenzel *et al.*, 2014).

### *Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes de Ingeniería*

En consonancia con las potencialidades de la escritura mencionadas anteriormente, Lores (2018) señala la reciprocidad entre el predominio de gráficos y fórmulas en sus escritos y el estilo de aprendizaje de un estudiante de ingeniería. No obstante, siguiendo a Valencia (2012), un buen profesional será aquel que se comunique efectivamente de manera oral y escrita, tanto en su ámbito

interno como externo. Esto demanda habilidades lingüísticas a los futuros profesionales; ser un alfabetizado académico permitirá al alumno examinar, interpretar y argumentar un discurso con pertinencia; sin embargo, en primera instancia, será necesario garantizar, desde la universidad, herramientas que contribuyan a desarrollar una conciencia comprensiva en armonía a su espíritu científico. Es decir, será fundamental generar el espacio para posibilitar al alumno convertirse en un alfabetizado académico (Reinozo, 2011).

Estos aportes contribuyen a analizar el recorrido formativo del futuro ingeniero, partiendo de las siguientes preguntas: Desde la perspectiva de estudiantes y docentes de ingeniería: ¿cuáles son las dificultades (si las hay) que se le presentan al estudiante a la hora de escribir?, ¿qué situaciones o experiencias se conforman como logros?, ¿cuál es la concepción de escritura subyacente?

### Método

El objetivo del presente estudio es describir el desempeño en la escritura académica de estudiantes y docentes de ingeniería de una universidad pública argentina desde sus perspectivas. El concepto de “desempeño” es definido por la Real Academia Española como: el ejercicio de las obligaciones inherentes a una profesión, cargo u oficio. En el caso del desempeño en la escritura académica del presente estudio, tales obligaciones refieren a las prácticas de escritura propia del estudiante universitario. En este sentido, el objetivo de la investigación apunta a describir dicho desempeño operacionalizado en los logros y dificultades que presentan en la escritura académica los cursantes de ingeniería, relevados a partir de las propias percepciones estudiantiles y docentes, en una universidad pública argentina.

El trabajo se realiza desde la corriente cualitativa de investigación. Se lleva a cabo con un diseño enmarcado en los procesos fenomenológicos y narrativos, y el esquema de análisis se elabora con base en la Teoría Fundamentada (Vasilachis de Gialdino *et al.*, 2006).

Para relevar los datos, se realizaron cuestionarios semiestructurados, tanto en alumnos como en profesores, y entrevistas a profesores ingenieros reconocidos en las carreras seleccionadas. Una vez recabado el material empírico, se leyó verticalmente. Luego, se agrupó de acuerdo con los objetivos, identificando con colores aquellos fragmentos que respondían a los logros estudiantiles en la escritura académica, por un lado, y las dificultades por otro.

## Participantes

La población del estudio realizado estuvo constituida por la comunidad educativa de las carreras de Ingeniería Mecánica y Electrónica de una universidad pública argentina. La muestra seleccionada fueron 35 profesores y 45 estudiantes de todos los años de las carreras mencionadas, a quienes se aplicaron cuestionarios semiestructurados; y dos ingenieras exdocentes y el director de Ingeniería Mecánica, a quienes se entrevistó. La muestra fue seleccionada de manera intencional, debido a la proximidad con los estudiantes y docentes elegidos; y teórica, por la pertinencia de dichos encuestados respecto a los objetivos planteados al inicio de la investigación. Además, los informantes clave entrevistados facilitaron información concreta acerca de aspectos específicos de la escritura académica dentro de las carreras. Tanto los cuestionarios como las entrevistas fueron implementados en el año 2019.

A continuación, se especifican los instrumentos y técnicas aplicados por informantes:

### **Cuestionarios Semiestructurados dirigidos a estudiantes**

¿Qué dificultades (si hay alguna) tiene para escribir un trabajo de la cátedra?

¿Piensa que estar en el campo de las ingenierías le ayuda o le dificulta la escritura? Justifique su respuesta.

### **Cuestionarios Semiestructurados dirigidos a docentes**

¿Visualiza dificultades (si hay alguna) en sus estudiantes para realizar trabajos que involucren actividades de escritura?

¿Piensa que el campo de las ingenierías ayuda o dificulta la escritura? Justifique la respuesta.

### **Entrevistas Semiestructuradas a Ingenieros reconocidos de las carreras tomadas como casos**

**Directivo:** En el Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica se contempla la realización de un proyecto de investigación final, ¿Cómo se desempeñan los estudiantes en ese proceso? ¿Qué dificultades (si las hay) presentan? ¿Cómo les enseñan? ¿Qué seguimiento hacen los profesores a los alumnos? El Plan de Estudios menciona la capacidad del estudiante para producir e interpretar textos técnicos, ¿A qué hace referencia? ¿Cómo caracterizarías la forma de escribir de un ingeniero?

**Docentes A y C:** Hemos leído que lo que más escribe el ingeniero son: gráficos, fórmulas y otros ¿Es así en estas carreras? De ser así, ¿puede ser que esto le dificulte la expresión escrita? Si es así ¿en qué sentido? ¿Qué le cuesta más? ¿Cuáles son las dificultades en las prácticas de escritura del estudiante de ingeniería? ¿Podrías nombrarnos alguna?

## Resultados y discusiones

### *La perspectiva docente*

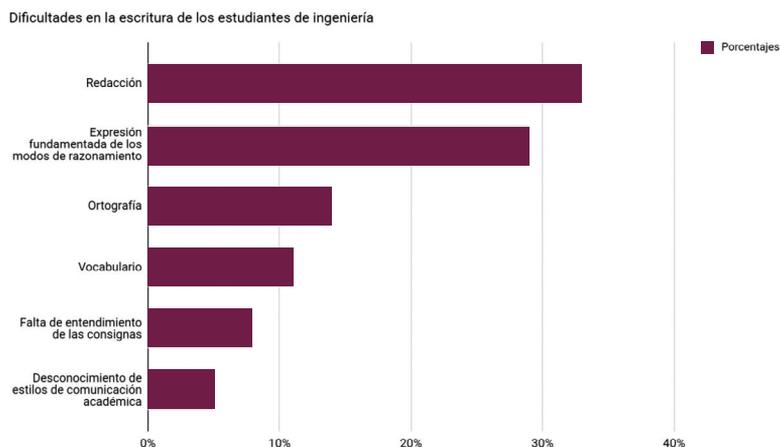
Consultados sobre la existencia de dificultades en sus estudiantes, el 88 % de docentes encuestados respondió, con mayor o menor decisión, afirmativamente. Por el contrario, un porcentaje significativamente menor (12 %) no observó inconvenientes al respecto.

En general, los profesores afirman que los estudiantes tienen dificultades para modificar su discurso de acuerdo con el destinatario. En sus comentarios, difundir oralmente o de manera escrita aquello plasmado simbólicamente, se revela como una problemática de los estudiantes en general. Mencionan que no les resulta fácil expresar lo que saben, y demuestran falta de precisión a la hora de exponer sus ideas, problemáticas o justificaciones de la práctica. No obstante, los docentes coinciden en afirmar que, oralmente, los futuros ingenieros pueden desarrollar más ideas que en forma escrita. Plantean, entonces, que los estudiantes de ingeniería no son asiduos en la expresión y transmisión de sus ideas, lo cual constituye una característica en su formación y, posteriormente, en su ejercicio profesional.

Una profesora entrevistada afirma que escribir un enunciado permite al estudiante hacer explícito el proceso que lo llevó a resolver un problema determinado. En este sentido, comprender el potencial epistémico del lenguaje escrito, en función de un lenguaje científico convierte a la actividad de escribir en un proceso metacognitivo. El poder de esta práctica radica en impulsar acciones autoregulatorias del proceso de formación estudiantil, permitiendo que ellos mismos evalúen la pertinencia de los procedimientos matemáticos realizados. Por lo tanto, se considera a la escritura no sólo un instrumento para comunicar lo sabido, sino como una herramienta favorecedora de razonamiento científico. Si un estudiante elabora un texto, reorganiza su pensamiento, encontrando relaciones para producir nuevos conocimientos.

Respecto a las dificultades del alumnado observadas por docentes (*tabla 1*), efectivamente se vislumbran en la realización de trabajos que involucran actividades de escritura. En éstos, el profesorado denota, por un lado, inconvenientes relacionados al vocabulario específico y a la adecuación de sus escritos al formato científico y, por otro, aquellos vinculados con problemas gramaticales y ortográficos.

En primer lugar, los profesores reconocen la dificultad estudiantil al momento de utilizar una terminología que facilite su expresión, argumentando que carecen de vocabulario específico. Esto demuestra que la terminología varía de acuerdo con el ámbito disciplinar en que se deba utilizar y delinea un desafío: pensar estrategias de lectura y escritura, relacionadas no sólo al currículum de aprendizaje en el marco de una asignatura específica, sino también a los prototipos de los géneros discursivos en que se circunscriben tales disciplinas. Es necesario

**Tabla 1.** Resultados del cuestionario a docentes.

elegir un determinado género, debido a las posibilidades comunicativas que brinda en ciertas circunstancias. En el caso de las asignaturas de las ingenierías, utilizar conceptualizaciones, poner en práctica terminologías específica y argumentar razonamientos en forma escrita, permite entender a la escritura en su carácter epistémico.

En otra línea, al ser consultados por el estilo de redacción estudiantil, los docentes de las carreras investigadas aluden a alguna de las siguientes características: confusa, redundante, desordenada, desprolija y escueta. Reconocen que copian y pegan, omitiendo la elaboración propia. Asimismo, subrayan que en sus escritos olvidan cuestiones importantes, incurren en reiteraciones innecesarias y forman mal las oraciones. Una docente afirma que se arrastra el mito de que en matemática no se escribe, depende de cada profesor el nivel de exigencia en la escritura para romper este mito, como el de solicitar trabajos escritos, monografías, proyectos, informes, entre otros, los cuales contribuyen a desarrollar habilidades lingüísticas.

Como aproximación general, el profesorado explicita que, si bien los estudiantes realizan constantemente informes, éstos no requieren de grandes redacciones y muchas veces desconocen cómo estructurarlo. Consiguientemente, plantean que los estudiantes no están acostumbrados a las normas básicas de estándares internacionales ni a estilos típicos de comunicación académica. Según los docentes, estas dificultades los tornan inseguros, por lo que extienden el tiempo que les lleva realizar un trabajo. Aquí es pertinente realizar una analogía con los postulados de Flores (2014), quien asevera que no sólo se trata de enseñar estrategias, sino de identificar a la comunidad discursiva a la que se desea pertenecer e intervenir; promoviendo la reflexión y profundizando el conocimiento. Esto implica, en primer lugar,

identificar las inseguridades de los estudiantes de ingeniería, proyectando prácticas de escritura de acuerdo con los géneros discursivos en dicho campo del saber.

Asimismo, en las entrevistas se menciona que el predominio del lenguaje simbólico en las ingenierías no dificulta la escritura de los estudiantes, sino que la acota; sin embargo, a pesar del uso constante de gráficos muchas veces se generan problemas para su interpretación. Esto puede deberse a que, tal como sostiene Reinozo (2011), la escritura y lectura comprensiva no adquieren suficiente importancia en ramas del saber que involucren conocimientos experimentales, tal como el campo de la ingeniería. No obstante, la alfabetización académica es una tarea necesaria en la formación del ingeniero; el uso adecuado de la lectura y la escritura le permitirá apropiarse del conocimiento para buscar soluciones óptimas que, lejos de ser aplicaciones de principios o fórmulas científicas, se instituirán en su comprensión teórica y experticia técnica. Por esa razón, si se desea argumentar y apropiarse de la especificidad del lenguaje científico será fundamental la producción textual.

Los resultados obtenidos señalan que, en el campo de las ingenierías, el vocabulario es acotado, la forma de escribir resumida y simbólica, los comentarios técnicos y escuetos, y los textos a leer: “duros”. Los docentes reconocen que en sus discursos predominan algoritmos matemáticos, cálculos y explicaciones gráficas los cuales prevalecen en relación con redacciones de mayor amplitud textual. Según una encuestada, la personalidad de un ingeniero se caracteriza por ser práctica; es decir, son demasiado funcionales y poco estéticos; para ellos, la manera en que se expresan no es sustancial, mientras se entienda el acontecimiento. Respecto a los textos técnicos, caracterizados por ser lineales y directos, los entrevistados valoran la capacidad de los estudiantes para producirlos e interpretarlos. No obstante, el profesorado sostiene que, a pesar de poseer un vocabulario específico y utilizar términos técnicos, adecuar el texto a los géneros discursivos del campo de la ingeniería constituye un obstáculo para los estudiantes.

Esto vislumbra que los discursos de las ingenierías no abordan argumentaciones que refuten, rebatan, refieran o contrasten diferentes perspectivas. Consideramos, siguiendo a Wenzel (2014), que esta omisión da lugar a la dispersión de ciertos conceptos específicos. Si los estudiantes no escriben con precisión, ciertos significados conceptuales de un enunciado no se abordan con claridad. Cada campo del conocimiento tiene sus propias convenciones de forma y estilo de escritura; por lo tanto, identificar los modelos de comunicación allí propuestos permitirá dominar conocimientos técnicos de la profesión. En el caso de los alumnos de ingeniería, requieren comunicarse mediante géneros distintos a los de otras especialidades universitarias. Esto se debe al predominio de reportes de prácticas, informes de laboratorio

y definiciones de proyectos de desarrollo tecnológico como géneros específicos de esa disciplina. Por lo tanto, será necesario utilizar la escritura para potenciar dichas prácticas, que lejos está de adaptar las ingenierías a un lenguaje propio de las ciencias sociales y humanidades.

Los resultados arrojan una marcada diferencia entre estudiantes que poseen habilidades comunicativas de aquellos que no las tienen, así como también la distancia en el nivel de abstracción de los procesos cognitivos entre estudiantes en curso y adultos que continúan sus estudios después de un tiempo. Aquí se tornan relevantes los aportes de Carlino (2003), los cuales se resignifican en el caso de los estudiantes de grado, al pensar en factores condicionantes del proceso de escritura estudiantil, como la dedicación de tiempo completo o parcial, el tener (o no) práctica previa en investigación, entre otros. Por lo tanto, existen variantes externas, independientes de la decisión de los estudiantes, que influyen en su inserción y permanencia en el proceso de institucionalización que garantiza la escritura académica.

Numerosos encuestados entendieron a la elaboración de textos técnicos como logro estudiantil, esto conlleva a pensar que parte del profesorado significa de manera particular las prácticas de escritura, ya que visibilizan su especificidad en cada área del saber. En el mismo sentido, consideramos que realizar amplios textos o escribir muchos párrafos no avala un efectivo aprendizaje; la escritura *per se* no garantiza coherencia y cohesión. No obstante, argumentar correctamente una práctica sí contribuye a su comprensión, siendo innecesario realizarla de manera extensiva. Por lo tanto, basta con desarrollar correctamente una oración para hacer de la escritura una práctica significativa. De acuerdo con los resultados hallados, el estudiante se expresa de manera simbólica, utilizando en mayor medida gráficos y fórmulas y estas prácticas no anulan su capacidad de argumentar. Ello se debe a que responden a géneros discursivos específicos sus argumentos pueden ser acotados, pero significativos; lo sustancial es que realmente existan para un efectivo aprendizaje del lenguaje científico.

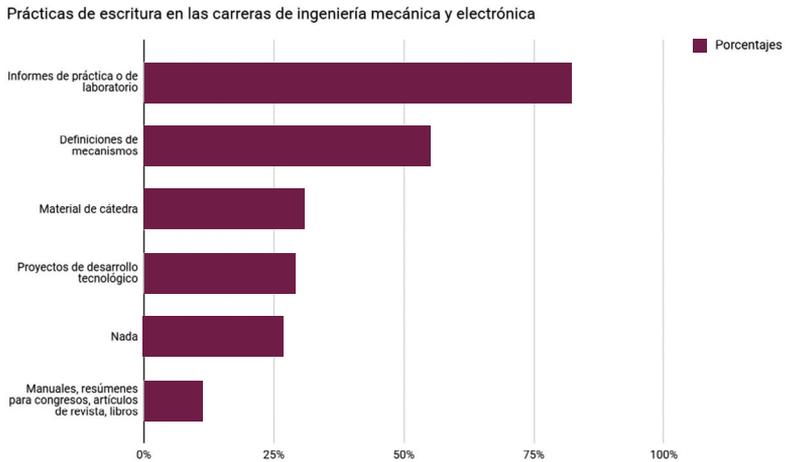
### *La perspectiva estudiantil*

Consultados sobre aquello que escriben, los encuestados eligieron mayoritariamente informes de prácticas o de laboratorio (82 %), definiciones de mecanismos (55 %), material de cátedra (31 %) y proyectos de desarrollo tecnológico (29 %). Es interesante observar que la respuesta "nada" obtuvo un porcentaje significativo (27 %) y que los manuales, resúmenes para congresos, artículos de revista y libros fueron la opción menos elegida (11 %).

Los estudiantes coinciden con los docentes acerca del predominio de géneros discursivos propios de las ingenierías, caracterizados

por un lenguaje simbólico. La *tabla 2* sintetiza las respuestas de los estudiantes encuestados respecto a las prácticas de escritura en sus carreras.

**Tabla 2.** Resultados del cuestionario a estudiantes.



Respecto a las ingenierías en particular, el 22 % de estudiantes encuestados menciona que: pertenecer a dicho campo los ayuda mucho en el proceso de la escritura, aludiendo a la especificidad de la misma, a su perfeccionamiento mediante ensayos y trabajos prácticos, y a la posibilidad que brinda para analizar procesos desde distintos puntos de vista.

Sin embargo, el 18 % de ellos sostiene que: no los ayuda nada en el aprendizaje de la escritura, ya que, tal como explicitan, la carrera no provee espacios ni herramientas para ello. Esto, permite dilucidar la existencia de un ideario generalizado en el ámbito académico; se considera a la escritura como una habilidad básica y transferible a cualquier contexto, concibiéndola como técnica universal que debe ser portada por los estudiantes. En relación con esto, existen creencias que comprenden a la escritura como un talento innato, algo simple y posible de realizar fácilmente. No obstante, en primer lugar, es necesario aprenderla, practicarla y perfeccionarla (Delyser, 2003).

## Conclusiones

En las entrevistas y cuestionarios realizados, se visibiliza a la escritura en las carreras como una práctica sintética, lineal, acotada y resumida, ya que existe un lenguaje textual, gráfico (expresado en curvas, líneas, barras, nomenclaturas, etc.) o simbólico, propio de los géneros discursivos de las ingenierías.

Los resultados obtenidos evidencian que los estudiantes son habilidosos al producir e interpretar textos técnicos, caracterizados por ser más lineales y directos. No obstante, surgen dificultades si la actividad docente requiere un mayor análisis y desarrollo, tanto escrito como oral, de aquello plasmado simbólicamente. El profesorado explicita lo difícil que se torna expresar lo que saben, demostrando imprecisión a la hora de exponer sus ideas, problemáticas o justificaciones de la práctica. En cuanto al proceso de escritura, se evidencia la repetición de aspectos problemáticos, como la ortografía, redacción y vocabulario específico. Las expresiones de los docentes acerca de las dificultades de los estudiantes evidencian que se espera un desempeño distinto por parte de ellos a la hora de escribir. Siguiendo a Cordero Carpio y Carlino (2019), lejos de sostener que estas incorrecciones se deben a aspectos problemáticos de los alumnos (deficiencias cognitivas, pereza, falta de atención o ganas), es posible comprender que las mismas se corresponden con la ausencia de reflexión sobre aquello que supone escribir.

Si se considera a la escritura académica como práctica que favorece criticidad en el pensamiento estudiantil, unida a una mejor comprensión del conocimiento práctico y lenguaje científico (Wenzel *et al.*, 2019), será necesario revisar si existen espacios para su enseñanza en las carreras universitarias del ámbito ingenieril. Los resultados obtenidos constituyen la demanda de considerar a la escritura académica como una práctica transversal a la enseñanza de las disciplinas específicas de las carreras de Ingeniería Mecánica y Electrónica.

La falta de provisión de una estructura de sostén para una tarea que conlleva ingresar y permanecer en una comunidad de prácticas desafiantes demanda autorregulación por parte de los estudiantes que, muchas veces, carecen de los referentes y herramientas para hacerlo. Por todo ello, será pertinente preguntarse cómo serán las acciones docentes para que los estudiantes puedan escribir y leer como se les requiere (Carlino, 2014), según realizamos en otro trabajo (Rosso *et al.*, 2019).

El presente estudio puede ser el punto de partida de futuras investigaciones, ya que identifica el desempeño de los estudiantes de Ingeniería Mecánica y Electrónica en la escritura académica. Esto es fundamental para que, estudiando las condiciones institucionales y prácticas de enseñanza que modelan dichos recorridos formativos, se creen proyectos de escritura. Los mismos, requerirán adaptarse a los géneros discursivos de los campos del saber aquí abordados, logrando transformar las capacidades de partida en aprendizajes significativos.

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

## Referencias

- Aitchison, C. y Lee, A. (2006). Research writing: Problems and pedagogies. *Teaching in Higher Education*, 11 (3), 265-278. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/13562510600680574>
- Arnoux, E., Borsinger de Montemayor, A., Carlino, P., Di Stefano, M., Pereira, C. y Silvestre, A. (2004). La intervención pedagógica en el proceso de escritura de tesis de postgrado. *Revista de la Maestría en Salud Pública*, 2 (3), 1-16. Disponible en: <https://www.aacademica.org/paula.carlino/169>
- Bocca, A.M. y Vasconcelo, N.B. (2008). Algunas reflexiones acerca de las prácticas y representaciones sociales en estudiantes universitarios: la escritura académica. *Enunciación*, 13(1), 20-27.
- Bruner, J. (1989). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Alianza, Madrid.
- Caffarella, R. y Barnett, B. (2000). Teaching Doctoral Students to Become Scholarly Writers: The importance of giving and receiving critiques. *Studies in Higher Education*, 25 (1), 39-52. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/030750700116000>
- Carlino, P. (2003). La experiencia de escribir una tesis: contextos que la vuelven más difícil. *II Congreso Internacional de la Cátedra UNESCO Lectura y Escritura*. Pontificia Universidad Católica de Chile de Valparaíso. Disponible en: <https://media.utp.edu.co/referencias-bibliograficas/uploads/referencias/ponencia/239-la-experiencia-de-escribir-una-tesis-contextos-que-la-vuelven-m-s-dificilpdf-OGf01-articulo.pdf>
- Carlino, P. (2004). Alfabetización Académica: Un Cambio Necesario, algunas Alternativas Posibles. *Educere*, 6 (20), 409-420. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=356662008>
- Carlino, P. (2009). Exploración de géneros, diario de tesis y revisión entre pares: análisis de un ciclo de investigación-acción en talleres de tesis de posgrado. En Narvaña de Arnoux (Dir.). *Escritura y producción de conocimiento en las carreras de posgrado* (pp. 227-246). Santiago Arcos editor. Disponible en: <https://www.aacademica.org/paula.carlino/182>
- Carlino, P. (2014). Se aprende muy diferente una materia si se lee y escribe sobre sus temas. En Serrano de Moreno, S. y Mostacero, R. (Eds.). *La escritura académica en Venezuela: investigación, reflexión y propuestas* (pp. 27-47). Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes. Disponible en: <https://www.aacademica.org/paula.carlino/214>
- Colombo, L. (2014). Una experiencia pedagógica con grupos de escritura en el posgrado. *Aula Universitaria*, 1 (15), 61-68. Disponible en: <https://doi.org/10.14409/au.v1i15.4368>
- Colombo, L. y Carlino, P. (2015). Grupos para el desarrollo de la escritura científica académica: Una revisión de trabajos anglosajones. *Lenguaje*, 43(1), 13-34.
- Cordero Carpio, G. y Carlino, P. (2019). El análisis de la actividad docente: un medio para reflexionar sobre el uso epistémico de la escritura en una asignatura de ingeniería. En C. Bazerman, B. Gonzalez Pinzón, D. Russell, P. Rogers, L. Peña, E. Elizabeth Narváez, P. Carlino, M. Castelló y M. Tapia. *Conocer la escritura: investigación más allá de las fronteras / Knowing Writing: Writing Research Ac*. Bogotá (Colombia): Universidad Javeriana y WAC Clearinghouse. Disponible en: <https://www.aacademica.org/paula.carlino/265>
- Delyser, D. (2003). Teaching graduate students to write: a seminar for thesis and dissertation writers. *Journal of Geography in Higher Education*, 27(2), 169-181. <https://doi.org/10.1080/03098260305676>

- Duval, R. (2010). Sémiosis, pensée humaine et activité mathématique. *Amazônia: revista de educação em ciências e matemáticas*, 6 (1), 126-143.
- Flores, M. A. (2014). La competencia comunicativa escrita de los estudiantes de ingeniería y la responsabilidad institucional. *Innovación Educativa*, 14 (65), 44-59. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179431512004>
- Gallardo-Saborido, E. J. y Nuñez-Román, F. (Coord). (2017). *Escribir en las disciplinas. Intervenciones para desarrollar los géneros académicos y profesionales en la Educación Superior*. Síntesis.
- León, O. y Calderón, D. (2008). Semiosis y lenguaje en la Didáctica de las Matemáticas. Curso dictado en 9º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa (16 al 18 de Octubre de 2008). Valledupar, Colombia.
- Lores, G. (2018). La formación continua de los docentes de Ingeniería, condición necesaria para cumplir los nuevos estándares de acreditación. *Revista Argentina de Ingeniería (RADI)*, 6 (11), 21-24.
- Oviedo, L., Kanashiro, A.M., Benzaquen, M. y Gorrochategui, M. (2012). Los registros semióticos de representación en matemática. *Aula Universitaria*, (1) 13, 29-36. Disponible en: <https://doi.org/10.14409/au.v1i13.4112>
- Pozzo, M.I. (2019). Incidencia de las trayectorias disciplinares en la escritura en el posgrado: la perspectiva de los estudiantes. *Linguagem & Ensino*, 22 (3), 809-834.
- Reinozo, M. y Benavides, S. (2011). La lectura: Herramientas para la alfabetización académica de los estudiantes de ingeniería. *Educere*, 15 (51), 369-378.
- Riera, G., Cordero, G. y Villavicencio, M. (2019) ¿Enseñar a escribir en la universidad? La emergencia de la alfabetización académica. *Pucara*, 1 (25), 223-242.
- Rosso, F., Alegre, N., Nadal, M. y Pozzo, M. I. (2019). Prácticas de enseñanza de la escritura académica en las carreras de Ingeniería Mecánica y Electrónica de la Universidad Nacional de Rosario (UNR). En J. Aguirre, L. Proasi y C. de Laurentis (comps.). *Actas del Congreso Latinoamericano "Prácticas, problemáticas y desafíos contemporáneos de la Universidad y del Nivel Superior"*, 220-225.
- Secretaría de Políticas Universitarias, Presencia de la Nación. *Sistema de consulta de estadísticas universitarias*. Recuperado el 13 de marzo de 2020. Disponibles en: <http://estadisticasuniversitarias.me.gov.ar>
- Serrano de Moreno, M. S., Duque de Duque, Y. y Madrid de Forero, A. (2012). Prácticas de escritura académica en la universidad: ¿reproducir o transformar? *Educere*, 16 (53), 93-108. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35623538011>
- Valencia, A. (2012). El problema de la comunicación en Ingeniería: El caso de las Universidades en Colombia. *Revista Ingeniería y Sociedad*, (5), 39-45.
- Vasilachis de Gialdino, I., Ameigeiras, A. R., Chernobilsky, L.B., Giménez Béliveau, V., Mallimaci, F. y Mendizábal, N. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Buenos Aires: Gedisa.
- Wenzel, J. S. (2014). *A escrita em processos interativos: (Re)significando conceitos e a prática pedagógica em aulas de Química*. Curitiba: Appris.
- Zhizhko, E. A. (2014). La enseñanza de la escritura y lectura de textos académicos a los futuros investigadores educativos. *Innovación Educativa*, 14 (65), 99-113.



**Armando Morales Carballo.** Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México. Profesor-investigador de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Es licenciado en Matemáticas con Especialidad en Enseñanza de la Matemática y Computación, es maestro en Ciencias Área: Matemática, es doctor en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa; todos los grados de estudio los ha realizado en la Universidad Autónoma de Guerrero, México.

Es profesor-investigador de la Facultad de Matemáticas desde el 2005, incide en los programas educativos de: Licenciatura en Matemáticas, Maestría en Ciencias Área: Matemática Educativa y en el Doctorado en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa. Además de pertenecer al núcleo académico de profesores-investigadores de los posgrados de referencia.

Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) Nivel 1, es miembro del Padrón Estatal de Investigadores-Guerrero, es miembro del Cuerpo Académico Consolidado: Epistemología y Didáctica de las Matemáticas, tiene Perfil PRODEP vigente.

Realizó una estancia de investigación en el Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona” en la Habana, Cuba en 2016.

Cuenta con veintinueve artículos en revistas arbitradas e indexadas de proyección nacional e internacional, además de cuatro capítulos de libro. Ha dirigido veintiocho tesis, una de doctorado [Mención Honorífica en el “Premio Simón Bolívar” del Comité Latinoamericano de Matemática Educativa (CLAME)], doce de maestría y el resto de Licenciatura.

Ha participado como ponente en congresos nacionales e internacionales. Sus áreas de interés son: metodologías basadas en el uso de la tecnología para la enseñanza de la matemática de los niveles básicos al superior, enseñanza de la matemática mediante la resolución de problemas y desarrollo del pensamiento matemático avanzado.

Es miembro de la Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática A. C. (SOMIDEM).

Ha sido evaluador de Artículos de investigación en eventos de proyección nacional e internacional de su área.

**Angie Damián Mojica.** Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México. Profesora de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Es licenciada en Matemáticas por la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero, es maestra en Ciencias área: Matemática Educativa por el Centro de Investigación en Matemática Educativa (CIMATE) de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero. Actualmente es alumna (doctorante) del Doctorado en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa por la Universidad Autónoma de Guerrero.

Desde 2019 es docente frente a grupo de nivel secundaria, nivel

medio superior y nivel superior. Realizó una estancia de investigación en la Universidad de la Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España, en 2018. Cuenta con nueve artículos en revistas arbitradas e indexadas de proyección nacional e internacional, además de un capítulo de libro. Ha participado como ponente en congresos nacionales e internacionales. Sus áreas de interés son: metodologías basadas en el uso de la tecnología para la enseñanza de la matemática, enseñanza de la matemática mediante la resolución de problemas, desarrollo del pensamiento matemático avanzado.

Es miembro de la Sociedad Matemática Mexicana (SMM) y miembro del padrón estatal de investigadores del Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero (COCYTIEG). Ha sido evaluadora de artículos de investigación de proyección nacional e internacional de su área.

**Flavio Ortega Muñoz.** Profesor de tiempo completo en el Centro de Actualización del Magisterio de Durango.

Hijo, hermano, esposo, padre de dos hermosos niños. Originario del municipio de Canatlán, en el estado de Durango, tierra de las manzanas más sabrosas de América del Norte. Orgullosa docente rural, egresado de la Escuela Normal “J. Guadalupe Aguilera”, con Licenciatura en Educación Primaria. Es Especialista en Política y Gestión Educativa por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO-México), y maestro en Educación Básica, con estudios terminados de Doctorado en Ciencias para el Aprendizaje por la Universidad Pedagógica de Durango.

Trabajó durante 14 años en distintas instituciones de educación primaria, ubicadas en diferentes contextos del estado de Durango. También ha laborado los últimos 10 años en educación superior, en los ámbitos público y privado. Entre sus más grandes satisfacciones profesionales están el haber regresado como docente a su alma máter (Aguilera), contribuir en la formación de docentes y ser Secretario Académico de la Red Durango de Investigadores Educativos A. C. (ReDIE).

Además de trabajar con distintos grupos de alumnos en educación primaria, ha atendido grupos de estudiantes de diversos programas de licenciatura y posgrado, como son: Licenciatura en Educación Primaria, Licenciatura en Educación Secundaria, Licenciatura en Educación Física, Especialidades y Maestrías en Educación. Su experiencia y desempeño en las funciones sustantivas de docencia, investigación y difusión, le permiten ostentar en la actualidad la distinción de Investigador Estatal Nivel I (2021-2023), otorgada por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCyTED) y el reconocimiento a Perfil Deseable para Profesores de Tiempo Completo PRODEP (2021-2024), otorgado por la Subsecretaría de Educación Superior.

**Fabiola Escobar Moreno** realizó estudios de Maestría en Ingeniería por el Tecnológico de Monterrey y el Doctorado en Ciencias, especialidad Física Educativa por el Centro de Investigación de Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del Instituto Politécnico Nacional, actualmente es profesora del posgrado en Física Educativa, sus líneas de investigación son: Didáctica de la Física, de la Ingeniería y Neurociencia Cognitiva. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel Candidato.

**Guillermina Ávila García** realizó estudios de Maestría en Ciencia y Tecnología. Es candidata a doctora en Ciencias en Física Educativa en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, es profesora de Física y Matemáticas en CECYT 11 “Wilfrido Massieu” y en la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, también ha participado como profesora invitada en la Escuela Superior de Comercio y Administración, con experiencia docente desde 2004. Ha cursado varios diplomados entre ellos el de Competencias Docentes, del cual obtuvo la certificación en el Programa de Formación Docente de la Educación Media Superior (PROFORDEMS). Es miembro activo de la Red de Seminarios Repensar (RSR) y de la Red de Innovación e Investigación Educativas (RIIED), ambas del IPN. También ha participado en congresos nacionales e internacionales.

**Liliana Suárez Téllez** es doctora en ciencias con especialidad en Matemática Educativa. Es profesora del Instituto Politécnico Nacional en la Dirección de Formación e Innovación Educativa (DFIE), profesora colegiada del Centro de Investigaciones Económicas, Políticas y Sociales (CIECAS-IPN) y miembro del Sistema Nacional de Investigadores. En la DFIE participa en la Subdirección de Investigación e Innovación Educativa en los proyectos de Celdas de Investigación Educativa, Formación para la Investigación Educativa y editora asistente de la Revista Innovación Educativa. En 2011 coordinó el proyecto Formación de una Cultura de la Innovación en el IPN y es coautora de un Modelo de Innovación Educativa para el IPN. En el CIECAS pertenece al núcleo académico de la Maestría en Docencia Científica y Tecnológica en las líneas de Ciencia y Tecnología en contexto y la de Investigación e innovación en la práctica docente. Ha coordinado proyectos de investigación educativa, coordina desde 2004 el Seminario Repensar las Matemáticas, ha dirigido tesis de maestría y doctorado y participado en redes nacionales e internacionales. Sus líneas de investigación son: Matemática Educativa, Modelación Matemática Escolar, Diseño de materiales curriculares e Innovación Educativa.

**Abraham O. Valencia Flores.** Licenciado en Ciencias de la Comunicación por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Licenciado en Historia por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Iztapalapa. Maestro y doctor en Historia con mención honorífica por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Tiene estudios de maestría en Historiografía por la UAM Azcapotzalco. Desde 2012 está adscrito al Departamento de Investigación Histórica de la Presidencia del Decanato del IPN. Actualmente es subdirector de Investigación Histórica de la Presidencia del Decanato. Sus líneas de investigación son historia de las ideas, educación, ciencia y tecnología. Entre sus publicaciones recientes se encuentra: “En pos de organizar la educación técnica en México: La construcción del Instituto Politécnico Nacional” en Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México del IHH-UNAM número 61 de 2021. En la revista *Innovación Educativa* del IPN ha publicado “Sobre la técnica. Reflexiones filosóficas de José Gaos para el IPN” en el núm. 69 de septiembre-diciembre de 2015 y “Debate en torno a la enseñanza de la lógica en 1880: una experiencia histórica en el número”, en el número 63 de septiembre-diciembre de 2013.

**Miguel Ángel Robles Colina.** Artista plástico y diseñador gráfico adscrito a la Presidencia del Decanato del Instituto Politécnico Nacional. Es coautor de la obra *Los maestros del exilio español, en el IPN*, editado por la Presidencia del Decanato y la Dirección de Bibliotecas y Publicaciones del IPN.

**María Edith Díaz Barahona.** Es coordinadora de la Red de Bachilleratos Universitarios Públicos a Distancia del Espacio Común de Educación a Distancia (ECOESAD), en donde ha participado en proyectos para la gestión académica de bachilleratos a distancia y en modalidad virtual, en investigaciones sobre competencias digitales y diseño curricular en educación en línea en educación media superior. También ha participado en investigaciones sobre rendimiento académico en educación en línea y desempeño de docentes en esta modalidad en el nivel bachillerato. Es miembro del comité editorial de la *Revista Mexicana de Bachilleratos a Distancia* en donde ha publicado diversos artículos relacionados con la tecnología aplicada a la educación y evaluación docente en educación a distancia, entre otros. También ha participado en proyectos de vinculación estratégica para la capacitación de profesores de educación básica y de bachillerato mediante procesos de educación a distancia y en línea para el diseño curricular y aprendizajes esenciales en estos niveles. Cuenta con un doctorado en educación, diplomado en competencias docentes y diplomados internacionales en evaluación de la calidad de programas de educación superior a distancia y de formación de líderes en educación a distancia.

**Mario José Martín Pavón.** Es licenciado en Matemáticas y maestro en Ciencias Matemáticas por la Universidad Autónoma de Yucatán y doctor en Investigación Educativa por la Universidad de Granada, España. Ha participado en eventos académicos como: Primera Semana de la Divulgación Científica de la Universidad Tecnológica Metropolitana con la ponencia: “Aplicaciones Estadísticas”; el SCRA 2006 realizado en la ciudad de Lisboa, Portugal con la ponencia: “Determinación de una zona protegida utilizando Medidas de Certidumbre” y estancias en la Facultad de Matemáticas y Cibernética de la Habana, Cuba. En investigación ha trabajado en diversos estudios entre los que destacan: 1. “Necesidades educativas de estudiantes en riesgo de fracaso escolar en escuelas secundarias públicas de Yucatán”, 2. “Tendencia y prospectiva del mercado laboral de cuatro carreras universitarias del área de ciencias sociales”, 3. “Estudio del estado del arte de la investigación educativa en Yucatán”, 4. “Optimización del proceso de selección para incrementar la eficiencia terminal de los programas de posgrado de la Universidad Autónoma de Yucatán” y 5. “Detección de barreras para el aprendizaje: Estrategia de mejora de los procesos formativos en bachillerato”, todos con financiamiento del Conacyt. También ha realizado la publicación de artículos en revistas internacionales entre los que destacan: 1. "Participación de los padres de alumnos de educación primaria en las actividades académicas de sus hijos", en la *Revista electrónica de investigación educativa*, 2. "Evaluación de proyectos de servicio social en una universidad mexicana", en la revista *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3. "La tecnología educativa: un área por concretar en una facultad del sureste de México", en la revista *Innovación Educativa* del Instituto Politécnico Nacional y 4. "Percepciones sobre la educación inclusiva: la visión de quienes se forman para docentes", en la revista *Investigación Educativa* del Instituto de Investigaciones en Educación.

**Elena Freire Gard.** Profesora de Matemática egresada del Instituto de Profesores Artigas de Montevideo, Uruguay. Se desempeña como profesora de Matemática de Educación Secundaria en el Consejo de Educación Secundaria desde el año 1990 y como profesora de Didáctica de la Matemática en el Instituto de Profesores Artigas desde el año 2017. A su vez, se desempeña como profesora de Didáctica en el Profesorado Semipresencial del Consejo de Formación en Educación desde el año 2019.

Ha realizado dos maestrías: Maestría en Educación, en formación del profesorado en la Universidad Internacional Iberoamericana (Campeche, México) y Maestría en Ciencias en Matemática Educativa en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, del IPN (Ciudad de México).

Actualmente se encuentra cursando el Doctorado en Matemática Educativa en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, del IPN (Ciudad de México). Se desempeña como profesora del Departamento de Matemática del Consejo de Formación en Educación y tiene a su cargo cursos de Didáctica correspondientes al Programa de formación inicial de Profesores de Matemática de Educación Media.

En particular le interesa la línea de investigación vinculada a la formación del profesorado y al uso de recursos tecnológicos para enseñar matemáticas.

**Isaias Miranda.** Estudió física y matemáticas en la Escuela Superior de Física y Matemáticas, del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Realizó los estudios de maestría y doctorado en el Departamento de Matemática Educativa del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav).

A partir del uso de teorías sociales y socioculturales, sus líneas de investigación se relacionan con el estudio de la enseñanza de las matemáticas impartida tanto por profesores en servicio como por futuros profesores; asimismo, con el uso de la Teoría de la Objetivación, análisis, en estudiantes de niveles medio superior (bachillerato) y superior (universidad), el aprendizaje de conceptos matemáticos a partir de la solución de problemas que involucran el movimiento de objetos.

Actualmente, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores y trabaja como profesor titular de posgrado en el Programa de Matemática Educativa, impartido en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, del IPN.

**Nara Alegre.** Profesora en Ciencias de la Educación por la Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Egreso: 2020. Promedio 8.47/10. Actualmente se desempeña como profesora de “Trabajo de Campo I y II” de la carrera en Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Rosario; y de “Educación Intercultural I” de la Tecnicatura Superior en Cultura y Lengua Japonesa con orientación en Educación Intercultural del Instituto Superior de Estudios Japoneses.

**Macarena Nadal.** Es profesora en Ciencias de la Educación por la Universidad Nacional de Rosario, Argentina (egreso: 2021). Se ha perfeccionado como asistente en numerosas jornadas académicas, siendo evaluada en el curso "El qué y el cómo, propuestas didácticas para el trabajo en el aula con estudiantes en situación de discapacidad" (2020) del IES N°28 "Olga Cossettini". Expositora en el Congreso Latinoamericano AIDU (2019) y en la Jornada de Socialización de Estudiantes de Ciencias de la Educación UNR (2019). Integra un Programa de Extensión (ReMatEd+3R), radicado en la UNR.

**María Isabel Pozzo.** Profesora, licenciada y doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad Nacional de Rosario, Argentina (egreso: 1993, 1995 y 2003, respectivamente). Calificación tesis doctoral: sobresaliente 10 puntos.

Magister en Formación de Profesores de Español como Lengua Extranjera por la Universitat de Barcelona, España. Calificación tesis de Maestría: sobresaliente 10 puntos (2003).

Desempeño actual: investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas –CONICET– (desde 2010), categoría Independiente en el Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IRICE), Argentina.

Profesora Titular de "Trabajo de Campo I y II" de la Escuela de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Rosario.

Dicta cursos de posgrado en diversas Universidades, principalmente referidos a la escritura académica y metodología de la investigación; los más recientes: Universidad de Oriente, Cuba (2021), Universidad de la Calabria, Italia (2020). Profesora visitante en diversas universidades; en 2021: Universidad Nacional de Educación a Distancia (Madrid, España), Universidad Federal de Paraná (Brasil), Universidad Británica de Egipto (El Cairo, Egipto).

Directora de la Maestría en Docencia Universitaria de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario. Realiza una intensa labor en la formación de investigadores a nivel de grado y posgrado.

Ha publicado numerosos libros, artículos, capítulos y ponencias con referato en español, inglés, portugués y catalán sobre temas educativos. Integra diversos comités académicos de instituciones científicas. Se desempeña como evaluadora en revistas indexadas y miembro del Comité Académico de congresos a nivel internacional. Ha realizado estancias académicas en diversas universidades del mundo con becas europeas y norteamericanas: de Girona (España), Católica de Leuven (Bélgica), Simon Fraser, de Vancouver (Canadá), de Aarhus (Dinamarca).

**Florencia Rosso.** Profesora en la cátedra Trabajo de Campo en la carrera de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Rosario. Promedio: 9.65/10. Se ha perfeccionado como asistente en numerosas jornadas académicas. Expositora en Congresos a nivel latinoamericano.

El Instituto Politécnico Nacional, a través de la Dirección de Formación e Innovación Educativa y su revista *Innovación Educativa* convocan a su estudiantado a participar en el:

# Premio de Ensayo Innovación Educativa

# 20 22



Bases y lineamientos



ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA.



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



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

# Bases

## Premio de Ensayo Innovación Educativa 2022

- 1.- Podrá participar el estudiantado inscrito en los niveles medio superior, superior y posgrado de alguno de los programas académicos que ofrece el Instituto Politécnico Nacional, en las modalidades escolarizada, no escolarizada y mixta.
- 2.- Cada participante deberá enviar un ensayo inédito que no haya sido premiado con anterioridad en algún concurso, ni publicado previamente en algún medio, ya sea impreso o electrónico, ni que se encuentre en proceso de evaluación. Se sugieren los siguientes temas, que no son exclusivos:
  - ♦ Tendencias educativas
  - ♦ Gestión de la Innovación Educativa
  - ♦ Transformación de procesos en el IPN, una mejor manera de acompañar mis estudios
    - ♦ Espacios de aprendizaje
    - ♦ Aprendizaje, adaptación y personalidad
  - ♦ Innovación Educativa en un mundo globalizado
    - ♦ Aprendizaje dirigido por y para estudiantes
    - ♦ Adaptabilidad a la digitalización educativa
- 3.- La extensión del ensayo será de 10 a 13 cuartilla, deberá presentarse en procesador de textos *Word*, en tamaño carta, con tipografía *Arial* (11 puntos), a una columna, utilizando mayúsculas y minúsculas, y a doble espacio.
- 4.- El ensayo deberá contar con introducción, desarrollo, conclusión y referencias; en las referencias se incluirán únicamente las fuentes expuestas en el ensayo. Para tal fin, se utilizará el sistema de referencia APA (*American Psychological Association*), cuya guía se puede consultar en: [www.ipn.mx/innovacion/lineamientos-1.html](http://www.ipn.mx/innovacion/lineamientos-1.html)  
Además, se evaluará la argumentación y la contrastación de diferentes posturas con apoyo en hechos documentados.
- 5.- El ensayo deberá ser enviado en formato electrónico, en archivo *Word* y firmado con un seudónimo al correo [premioensayo@ipn.mx](mailto:premioensayo@ipn.mx), con copia a [coord.educativa.ie@gmail.com](mailto:coord.educativa.ie@gmail.com), y dirigido con el asunto: *Premio de Ensayo Innovación Educativa 2022*.
- 6.- De igual forma, se deberá enviar al mismo correo lo siguiente:
  - ♦ Un archivo denominado "Hoja general de datos", conteniendo: 1) Nombre completo de la autora o del autor, 2) Unidad Académica, 3) Número de boleta, 4) Carrera, 5) Semestre, 6) Teléfono(s), 7) Correo electrónico, 8) Impresión de pantalla del SAES o, en su caso, constancia emitida por las autoridades de la escuela que les avale como estudiante inscrita(o) en el Instituto Politécnico Nacional y 9) Nombre del ensayo.

• Un archivo denominado “Declaración de autoría” (formato para autores en *Word*), el cual deberá descargarse de la página [www.ipn.mx/innovacion/premio-de-ensayo/](http://www.ipn.mx/innovacion/premio-de-ensayo/) llenar y completarse debidamente con los datos solicitados, colocar nombre y firma autógrafa, escanearlo y enviarlo al correo mencionado junto con el ensayo y la hoja general de datos.

- 7.- La fecha límite para la recepción de los ensayos será el 21 de agosto de 2022, a las 23:59, hora del centro de México.
- 8.- El periodo de evaluación de los ensayos comprenderá del 28 de agosto al 28 de septiembre de 2022 y la publicación de resultados será el 11 de noviembre de 2022 a través del portal digital de la revista *Innovación Educativa* [www.innovacion.ipn.mx](http://www.innovacion.ipn.mx)
- 9.- La evaluación de los trabajos será realizada por las integrantes del jurado calificador. Su fallo será inapelable y, en su caso, el certamen o alguno de los premios podrá declararse desierto.
- 10.- Quien participe en la presente convocatoria deberá garantizar que es autor(a) intelectual del trabajo presentado al concurso, que es original y que no lo ha plagiado o usurpado a terceras personas, por lo que ostenta todos los derechos que cede al Instituto Politécnico Nacional y será responsable exclusivo(a) de cualquier reclamo de terceras personas que pudiera suscitarse por este motivo.
- 11.- Todos los trabajos recibidos se someterán a la revisión de un programa informático para la detección de coincidencias y en caso de ser detectadas en algún escrito, éste quedará automáticamente descalificado.
- 12.- La ceremonia de premiación se llevará a cabo el día 11 de noviembre de 2022 a las 11:00 horas en el auditorio Cónico, Edificio Adolfo Ruiz Cortines.
- 13.- Los ensayos ganadores se someterán a consideración del(a) editor(a) responsable y de los comités editorial y de arbitraje de la revista *Innovación Educativa* para su publicación, en tal caso, quienes resulten ganadoras(es) de este concurso cederán los derechos de autor al Instituto Politécnico Nacional.
- 14.- El Instituto Politécnico Nacional se reserva el derecho de publicación.
- 15.- Los premios correspondientes a los primeros lugares consistirán en:
  - Nivel medio superior: Incentivo de \$25, 000, diploma y publicación de la obra
  - Nivel superior: Incentivo de \$25, 000, diploma y publicación de la obra
  - Nivel posgrado: Incentivo de \$20, 000, diploma y publicación de la obra
- 16.- La participación en este concurso implica la aceptación de todas y cada una de las bases.
- 17.- Los trabajos que no cumplan con los requisitos de la presente convocatoria serán descalificados, al igual que aquéllos que sean enviados después de la fecha límite.
- 18.- En caso de que algún ganador sea del interior de la república, los gastos de hospedaje serán cubiertos por la Dirección de Formación e Innovación Educativa, los viáticos de traslado como los alimentos serán cubiertos por el ganador.
- 19.- Cualquier caso no previsto será resuelto por el Comité organizador.

Más información en: [www.innovacion.ipn.mx](http://www.innovacion.ipn.mx)  
[premioensayo@ipn.mx](mailto:premioensayo@ipn.mx) - [coord.educativa.ie@gmail.com](mailto:coord.educativa.ie@gmail.com)



## Objetivos de la revista

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

## Lineamientos para presentar originales

En su 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 una herramienta informática 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](http://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 to-

mados 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](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 digital en línea de la revista, llenar y adjuntar a su contribución el formato único que integra la siguiente información:

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

## Journal scope

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

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

## Types of collaboration

- ▶ **Research.** The papers in this category must take into account criteria such as relevant research design, theoretical and methodological congruence, rigor in the handling of information and methods, accuracy in discoveries or results, discussion of results, conclusions, limitations of the study, and future possibilities when applicable. Texts must be between 15 and 25 pages long, including graphs, notes and references. Pages must be numbered, with 1.5 line spacing. These contributions will be sent to the sections *Aleph* and *Innovus*.

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

### *Submission requirements*

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

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

### *Submission of originals*

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

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



[www.innovacion.ipn.mx](http://www.innovacion.ipn.mx)