



Docencia Politécnica

Octubre-Diciembre 2019 Vol.1, Número 1, 2019
Revista trimestral de la Secretaría Académica del
Instituto Politécnico Nacional

EDUCACIÓN

4.0



Secretaría Académica

JUAN HUMBERTO SOSSA AZUELA ANA LIDIA FRANZONI VELÁZQUEZ JAIME PARADA ÁVILA RAMÓN SEBASTIÁN SALAT FIGOLS
JOSÉ ÁNGEL MEJÍA DOMÍNGUEZ RENÉ TOLENTINO ESLAVA MIRIAM GÓMEZ ÁLVAREZ ALMA YERELI SOTO LAZCANO
LILIANA SUÁREZ TÉLLEZ MARÍA DE LA LUZ HUERTA RAMÍREZ NAPOLEÓN ROSARIO CONDE GAXIOLA

INNOVACIÓN EDUCATIVA

Volumen 19

81

■ CUARTA ÉPOCA ■

septiembre-diciembre, 2019

september-december, 2019

ISSN 1665-2673

EN LA SECCIÓN ALEPH

Implicaciones de la industria 4.0 en la educación superior

Implications of industry 4.0 in higher education

MARIO ALEJANDRO CAMPOS SOBERANIS VÍCTOR HUGO MENÉNDEZ DOMÍNGUEZ ALFREDO ZAPATA GONZÁLEZ
LYA ADLIH OROS MÉNDEZ ÁNGEL LUIS RODRÍGUEZ MARÍA LISSETH FLORES CEDILLO MORALES ROGEL FERNANDO
RETES MANTILLA JOSÉ TÉLLEZ ESTRADA DANIEL SÁNCHEZ GUZMÁN SILVIA ESCOBEDO ORIHUELA BIENVENIDA SÁNCHEZ
ALBA MARTHA LETICIA GAETA GONZÁLEZ MERCEDES ZANOTTO GONZÁLEZ EMILIO SAGREDO LILLO
RICARDO CARCELÉN GONZÁLEZ ELENA MORENO GARCÍA ARTURO GARCÍA SANTILLÁN KARLA Y. DELON BACRE



DocenciaPolitécnica

Docencia Politécnica es una revista electrónica de acceso abierto que publicará trimestralmente artículos académicos relacionados con la docencia, intervenciones educativas e innovaciones que hoy se debaten y definen la educación politécnica. *Docencia Politécnica* es un espacio plural que promoverá la comunicación entre docentes, directivos e instituciones educativas en torno a las implicaciones y desafíos en la docencia de nuestro tiempo.

La originalidad, el rigor de las argumentaciones y su ajuste con las propiedades textuales de coherencia, adecuación y cohesión, son criterios de calidad que se espera encontrar en los trabajos postulados para su publicación en *Docencia Politécnica*. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

La revista *Docencia Politécnica* contará con las siguientes secciones; **Formación docente, Trayectorias, Tecnologías educativas y Educación y sociedad.**

Derechos de autor

Los derechos morales y patrimoniales sobre los contenidos que se publiquen estarán tutelados por la Ley Federal de Derecho de Autor y su Reglamento, así como por los derechos de propiedad intelectual establecidos por la licencia Creative Commons no-comercial, donde los autores conservan los derechos morales sobre su obra.

ISSN: En trámite.

Docencia Politécnica, año 1, No. 1, octubre-diciembre 2019, es una publicación trimestral editada por el Instituto Politécnico Nacional a través de la Coordinación Editorial de la Secretaría Académica. Edificio de la Secretaría Académica, 1er piso, unidad profesional “Adolfo López Mateos”, avenida Luis Enrique Erro s/n, Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Ciudad de México. Teléfonos: 57296000 ext. 50459, 50530.

Dirección electrónica: innova@ipn.mx

Docencia Politécnica

Presentación

Jorge Toro González

Tenemos la enorme satisfacción de presentar a la comunidad politécnica el primer número de *Docencia Politécnica*, revista del Instituto Politécnico Nacional dirigida especialmente, como su nombre lo indica, a los docentes politécnicos como un espacio editorial para compartir conocimientos, prácticas, metodologías, técnicas, herramientas y materiales educativos aplicados por los docentes politécnicos en la vida cotidiana del aula presencial y virtual, laboratorios o actividades de campo llevadas a cabo en la educación media superior y superior de nuestro Instituto.

Al ser el IPN la institución rectora nacional de la educación tecnológica de México, la *Docencia Politécnica* refleja fielmente la praxis histórica de una comunidad docente comprometida con los valores sustantivos de la enseñanza tecnológica al Servicio de la Patria, desde el riguroso proceso de enseñanza-aprendizaje en el que se ven inmersos los estudiantes politécnicos para responder con profesionalismo a las demandas de la sociedad mexicana hasta su función esencial de ser una de las máximas instituciones de movilidad social con que cuenta la nación mexicana.

En este sentido social histórico, invitamos a las y los docentes politécnicos a enviar sus diversas colaboraciones a la Coordinación Editorial de la Secretaría Académica para que construyamos colectivamente este nuevo medio de comunicación politécnica.

En este primer número de *Docencia Politécnica* publicamos temas referentes a matemáticas y tecnología computacional, gamificación en ingeniería en control y automatización, relaciones entre innovación educativa e investigación educativa en el IPN, y el significado de la investigación desde el punto de vista de la hermenéutica analógica.

Asimismo, informamos acerca de tres de los temas abordados durante las conferencias de la segunda etapa del Foro Interinstitucional Educación 4.0, organizado por la Secretaría Académica, que nos muestran la realidad ineludible de la industria 4.0 y la diversidad de las herramientas digitales de la educación 4.0 que están siendo aplicadas en diversas instituciones del mundo.

Queda en sus manos este esfuerzo editorial de la Secretaría Académica del IPN para que sea enriquecido con sus aportaciones en beneficio de la Docencia Politécnica al Servicio de la Patria.

Directorio

Mario Alberto Rodríguez Casas
Director General

María Guadalupe Vargas Jacobo
Secretaria General

Jorge Toro González
Secretario Académico

Juan Silvestre Aranda Barradas
Secretario de Investigación y Posgrado

Luis Alfonso Villa Vargas
Secretario de Extensión e Integración Social

Adolfo Escamilla Esquivel
Secretario de Servicios Educativos

Reynold Ramón Farrera Rebollo
Secretario de Gestión Estratégica

Jorge Quintana Reyna
Secretario de Administración

Eleazar Lara Padilla
**Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación
y Fomento de Actividades Académicas**

Guillermo Robles Tepichin
**Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras
e Instalaciones**

José Juan Guzmán Camacho
Abogado General

Modesto Cárdenas García
Presidente del Decanato

Jesús Anaya Camuño
Coordinador de Comunicación Social

Directorio *Docencia Politécnica*

Director Editorial: **Jorge Toro González**
Editor Responsable: **Jesús Mendoza Álvarez**
Información y redacción: **Daniel Chávez Frago**
Diseño y formación: **Juan Jesús Sánchez Marín - Lorena E. Quintana Ortega**
Redes Sociales Digitales: **Jaqueline Galicia Olvera**
Asistente Ejecutiva: **Beatriz Arroyo Sánchez**

Contenido

	Presentación <i>Jorge Toro González</i>		
	Los conocimientos de los egresados politécnicos deben corresponder con las necesidades de México y el mundo: Humberto Sossa Azuela <i>Daniel Chávez Fragoso</i>	_____	7
	Hoy tenemos el poder de la transformación del proceso educativo: Ana Lidia Franzoni Velázquez <i>Jesús Mendoza Álvarez</i>	_____	10
	México tiene todo lo necesario para competir con el conocimiento: Jaime Parada Ávila <i>Jesús Mendoza Álvarez</i>	_____	13
	Matemáticas y tecnología computacional <i>Ramón Sebastián Salat Figols</i>	_____	16
	Propuesta de gamificación en ingeniería en control y automatización <i>José Ángel Mejía Domínguez, Rene Tolentino Eslava y Miriam Gómez Álvarez</i>	_____	25
	Relación entre innovación educativa e investigación educativa en el IPN <i>Alma Yereli Soto Lazcano, Liliana Suárez Téllez y María de la Luz Huerta Ramírez</i>	_____	39
	El significado de la investigación desde el punto de vista de la hermenéutica analógica <i>Napoleón Rosario Conde Gaxiola</i>	_____	59



Nueva carrera de Ingeniería en Inteligencia Artificial

Los conocimientos de los egresados politécnicos deben corresponder con las necesidades de México y el mundo: Humberto Sossa Azuela

Daniel Chávez Fragoso

La llamada Revolución 4.0 trae consigo una serie de cambios, entre ellos la transformación en los procesos para producir bienes y servicios. Conscientes de ello, en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) se están emprendiendo acciones para que los profesionales que egresan de esta casa de estudios estén a la vanguardia y sean capaces de utilizar las nuevas tecnologías en la solución de problemas de la industria y la sociedad en general.

En el marco del Foro Interinstitucional Educación 4.0, celebrado en el IPN en junio pasado, el Director del

Instituto, el Dr. Mario Alberto Rodríguez Casas anunció la creación de seis nuevos programas de estudio:

Ingeniería en Negocios Energéticos Sustentables, Ingeniería en Sistemas Energéticos y Redes Inteligentes, Ingeniería Fotónica, Licenciatura en Negocios Digitales, Licenciatura en Ciencias de Datos y la Ingeniería en Inteligencia Artificial. Estas últimas dos carreras se impartirán en la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) y estarán disponibles a partir de 2020.

La Inteligencia Artificial (IA) pasó del imaginario popular en películas como Matrix, Blade Runner o

Terminator a una realidad menos espectacular pero con enorme interacción con los humanos a través de asistentes personales de voz como Siri o Cortana, en las lavadoras, los video juegos, los procesadores de texto, la creación de listas y sugerencias en aplicaciones como Netflix o Spotify. Prácticamente no hay actividad en la cual la IA no actúe o pueda, en un futuro, intervenir.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la inversión de capital privado en nuevas empresas de IA se duplicó de 2016 a 2017 y alcanzó los 16 mil millones de dólares y se espera que continúe su tendencia al alza a medida que estas tecnologías maduren¹. Por ejemplo, IBM y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) crearon el *MIT-IBM Watson AI Lab*, con una inversión de 240 millones de dólares, para el desarrollo de dispositivos y materiales que ayuden a generar y probar nuevos algoritmos de aprendizaje automático.

Para que México pueda insertarse en la Revolución 4.0 requiere de profesionales capaces de manejar con suficiencia tecnologías como el Big Data, el Internet de la cosas (IoT) y desde luego la IA, por ello las nuevas carreras que se están conformando en el IPN son una respuesta oportuna al entorno mundial. Sobre esto comenta el Dr. Juan Humberto Sossa Azuela, profesor investigador del IPN y uno de los conceptualizadores y diseñadores del programa de Ingeniería en IA que impartirá el Instituto:

“En muchos países se requiere de especialistas en el área de IA para atacar de manera integral los problemas a los que se enfrentan; ninguna carrera tradicional brinda todo lo que un experto en IA debería saber, por eso muchas instituciones en el mundo, en México y en nuestro caso en el IPN, nos damos a la tarea de crear estos programas académicos, para que los conocimientos de nuestros egresados correspondan con las necesidades de México y el mundo.”

Antes y después

Quienes deseen ingresar a la Ingeniería en IA tendrán que tener una formación sólida en matemáticas, saber programar, tener gusto por las ciencias exactas, capacidad analítica y sintética, estar interesados en la tecnología y la transformación digital, además de gusto por divertirse, aprender y querer innovar en el mundo de la IA y por el trabajo en equipo.

Posteriormente, el egresado de la Ingeniería en IA del IPN debe ser capaz de aplicar esta tecnología a la solución de problemas concretos, ejercer liderazgo y sentido ético, sobre ello explica el Dr. Humberto Sossa: “El egresado debe poder identificar necesidades tecnológicas y dar soluciones de alto nivel, diseñar sistemas informá-

ticos que sirvan para clasificar, para predecir en diferentes ámbitos y resolver problemas que tienen que ver con la automatización, la manufactura o la optimización de ganancias. Por ejemplo, actualmente algunas empresas refresqueras usan IA para saber dónde y cuándo poner sus productos.

La gente que trabaja en IA debe ser capaz de diseñar sistemas que planifiquen viajes en el área turística o sistemas para robots que puedan desempeñarse como meseros o recepcionistas en hoteles o como guías en museos. En el sector gobierno pueden ayudar a la toma de decisiones, por ejemplo en dónde instalar servicios de seguridad para disminuir la delincuencia, o en casos de salud predecir focos de infección. El egresado adquirirá los conocimientos para poder atacar cualquier problema que requiera de la IA y con un sentido ético, lo cual es muy importante porque se trabaja con una tecnología de mucho alcance”.

El plan de estudios de la Ingeniería en IA constará de ocho semestres, durante los dos primeros se impartirán materias de matemáticas y de programación, en los siguientes habrá materias especializadas que abarcan el conjunto de técnicas que implica el conocimiento de la IA, como razonamiento lógico, razonamiento difuso, representación del conocimiento, aprendizaje profundo (deep learning), árboles de decisión. Además, habrá cursos de finanzas, innovación y emprendedurismo tecnológico, ética y expresión oral y escrita, de forma que el egresado tenga la capacidad de ocupar puestos de alta dirección o de conformar su propia empresa.

Auge, crecimiento y continuidad

El panorama para el programa de Ingeniería en IA luce promisorio, de acuerdo con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), desde la década de 1950 y hasta 2016 se presentaron casi 340 mil solicitudes de patentes de invenciones relacionadas con IA, pero desde 2013 se han publicado más de la mitad de las invenciones identificadas. Además, las empresas constituyen 26 de los 30 principales solicitantes, los cinco principales son IBM con 8,290 invenciones, Microsoft con 5,930, Toshiba 5,223, Samsung 5,102 y Grupo NEC 4,406².

Por otra parte, la firma de investigación de mercado Tractica estima que el mercado de software de IA tendrá un crecimiento, entre 2019 y 2025, del 154% y su valor alcanzará los 14.7 mil millones de dólares³.

Sobre este auge el Dr. Sossa Azuela señala: “Creo que la universidad o instituto que no incorpore una carrera en Ingeniería en IA se va a quedar atrás, en Estados Unidos un profesional de IA gana aproximadamente 144 mil dólares al año, en México ganará aproximadamente entre 60 y 80 mil pesos al mes, eso no lo ganan los egresados

de carreras tradicionales porque hay mucha competencia y obsolescencia. Si ahorita tuviéramos en el CIC (Centro de Investigación en Computación del IPN) una maestría en IA, empresas como Oracle se llevarían a toda la gente, por eso ya estamos trabajando con la Secretaría Académica para desarrollar también los programas de la maestría y el doctorado en IA”.

Para poder cumplir con los objetivos del programa se contempla contar con dos tipos de profesores, por un lado los que den cursos clásicos de matemáticas, ya que estos solo requerirán cambios pequeños, pero conforme se avance requerirán docentes con interés por actualizarse constantemente, lo explica el Dr. Humberto Sossa: “Se necesita gente que no se quede en su franja de confort, capaz de involucrar en la enseñanza un tópico que acaba de emerger y esas personas generalmente van a ser jóvenes.

Deben ser personas conscientes de que cada día se puede aprender algo nuevo y que reconozcan que lo que hoy saben, quizá mañana sea obsoleto”.

De la misma forma se prevé que los egresados de este programa deberán seguir complementando su formación a través de diplomados o realizando posgrados ya que tecnologías como la IA evolucionan constantemente, así lo expresa el Dr. Sossa Azuela: “Los estudiantes recibirán un conocimiento muy sólido y como dice mi estimado colega, el Dr. Adolfo Guzmán (profesor del CIC-IPN, Premio Nacional de Ciencias y Artes 1996) serán como un machete bien templado, con buen filo, que les va a durar, aproximadamente, cinco años, pero no se pueden quedar allí, van a tener que estar actualizándose constantemente.

Los jóvenes que se interesen por una carrera como esta, si se preparan bien y después lo hacen de manera continua, van a tener un mercado asegurado, en las empresas, en el gobierno o como empresarios, son gente que se va a incrustar en el sector productivo y que van a poner, como lo dice nuestro lema, sus conocimientos y esta tecnología, la IA, al servicio de la patria”.

SEMBLANZA

Juan Humberto Sossa Azuela

El Dr. Juan Humberto Sossa Azuela es Jefe del Laboratorio de Robótica y Mecatrónica del CIC-IPN, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel 3, de la Academia Mexicana de Ciencias y de la IEEE como Senior. Es autor de 20 libros, 8 patentes y más 450 artículos en revistas, congresos y capítulos de libro. Empezó a dar clases en 1983 en la Universidad de Guadalajara, posteriormente en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) y en el CIC-IPN, sobre su labor como profesor explica:

“Conservo el interés por compartir lo que he aprendido, lo que aprendo, de varias maneras, a través de la cátedra pero también al escribir libros. En un libro queda plasmada una forma de pensamiento, cómo yo creo que se debería impartir tal materia. Ahorita estoy escribiendo con mi colega, el Dr. Fernando Reyes de la BUAP, uno que se llama “IA aplicada a la robótica y a la automatización”. La editorial encargada de editarlo y publicarlo lo va a vender como libro de texto en toda Hispanoamérica, estiman una venta de entre 10 mil y 50 mil ejemplares al año. Más allá de las regalías, está el impacto social que se puede causar sobre los jóvenes. Esa debería ser una parte muy importante para nosotros como profesores”.

REFERENCIAS

¹ OECD (2019), *Artificial Intelligence in Society*, OECD Publishing, Paris, Francia. <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>

² OMPI (Enero, 2019), “*Primer Informe de Tendencias de la tecnología*” OMPI, Ginebra, Suiza. https://www.wipo.int/tech_trends/es/news/2019/news_0003.html

³Shanhong Liu (mayo 6 de 2019), *Forecast growth of the artificial intelligence (AI) software market worldwide from 2019 to 2025*, Statista, Hamburgo, Alemania. <https://www.statista.com/statistics/607960/worldwide-artificial-intelligence-market-growth/>

Foro Interinstitucional Educación 4.0

Hoy tenemos el poder de la transformación del proceso educativo: Ana Lidia Franzoni Velázquez

Jesús Mendoza Álvarez

- Ya hay cientos de herramientas educativas digitales en uso
- El pensamiento computacional, clave para estudiantes y docentes
- La educación superior del siglo XXI necesita reinventarse



Ana Lidia Franzoni Velázquez, Directora de Ingeniería en Computación del ITAM

La cuarta revolución industrial en curso, mejor conocida Industria 4.0, también está revolucionando la educación en todo el mundo con decenas de empresas que están creando cientos de herramientas digitales que han dado origen

a la Educación 4.0. Actualmente existen más de 90 empresas tecnológicas de países desarrollados que “están escribiendo el futuro de la educación” en las áreas del aprendizaje en línea, desarrollo profesional, aprendizaje tecnológico, sistemas de gestión del aprendizaje,

educación infantil, análisis del aprendizaje, tareas del aula, herramientas de estudio, en línea a fuera de línea, escuelas de nueva generación, preparación de exámenes, materiales de cursos, administración escolar o aprendizaje de idiomas. Tan sólo la 12° encuesta anual de herramientas educativas digitales de Estados Unidos identificó las principales 200 herramientas educativas actualmente en uso.

Lo anterior fue expuesto por la Dra. Ana Lidia Franzoni Velázquez, Directora de Ingeniería en Computación y profesora de tiempo completo del Departamento Académico de Computación del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), durante su conferencia impartida en el Foro Interinstitucional Educación 4.0 organizado por la Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional (IPN) el pasado 17 y 18 de junio de 2019.

“Hoy dar una clase es completamente distinto a hace 20 años. Hoy, todo lo que estoy diciendo en la conferencia ustedes lo pueden guglear y seguramente ustedes pueden decir si estoy diciendo la verdad o no. Esta es la diferencia: hace 20 años nosotros teníamos el poder del conocimiento y la información y hoy tenemos el poder de la transformación en el proceso educativo porque la información ya está ahí” advirtió la conferencista al inicio de su presentación.

La Dra. Franzoni ejemplificó con la aplicación exitosa de chatbots para la administración escolar, tal como ya lo podemos experimentar cuando nos comunicamos con diversas empresas en el sector de servicios como telefonía o alimentos. Un chatbot es una mezcla de inteligencia artificial (IA) y algoritmos de aprendizaje automático mediante los cuales los bots entienden el lenguaje natural, procesan el texto de la conversación, extraen información pertinente y responden al usuario preservando el contexto de la conversación.

“Estamos viviendo en un mundo donde las máquinas nos están diciendo qué hacer”, efectivamente, yo llegué aquí con Wase y con Google maps; sí es cierto, hay muchas cosas que las máquinas ya nos están ayudando a poder decidir, a tomar decisiones”.

La inteligencia artificial, explicó Franzoni, mejora la conexión entre los sistemas educativos y el mercado laboral, ayuda a descubrir candidatos con credenciales apropiadas, mejora el aprendizaje adaptativo y personalizado, ayuda a los estudiantes facilitando el control sobre su aprendizaje y retroalimentación sobre sus preferencias cognitivas y de comportamiento, facilita a los profesores a evitar tareas administrativas que requieren mucho tiempo, como supervisar y responder preguntas de rutina, y ayuda a calificar trabajos más creativos, como ensayos y presentaciones haciendo uso de los avances en reconocimiento del lenguaje.

La doctora Ana Lidia Franzoni también expuso que la educación superior del siglo XXI necesita reinventarse para desarrollar en los alumnos habilidades como solución de problemas complejos, pensamiento crítico, creatividad, gerencia, coordinación con los otros, inteligencia emocional, juicio y toma de decisiones, orientación al servicio, negociación y flexibilidad cognitiva.

Una habilidad digital especial es el llamado pensamiento computacional, definido como los procesos de pensamiento implicados en la formulación de problemas y sus soluciones para que éstas estén representadas de forma que puedan llevarse a cabo de manera efectiva por un procesador de información. También se define como un proceso de resolución de problemas y se caracteriza por organizar y analizar de datos de manera lógica, representar datos mediante abstracciones tales como modelos y simulaciones y automatizar soluciones mediante el pensamiento algorítmico, entre otras.

Ante esta realidad, la Dra. Franzoni Velázquez planteó lo que, desde su perspectiva, son los retos iniciales de la Educación 4.0: Aumentar la colaboración entre las instituciones de educación superior (IES) y la Industria 4.0 (I 4.0); alinear las competencias del currículo con las necesidades de la I 4.0; desarrollar una metodología centrada en el aprender haciendo y en el aprendizaje basado en proyectos; introducir a la tecnología como herramienta habilitadora y transformadora del aprendizaje; formación complementaria con competencias como negocio digital, creatividad, innovación, comunicación, liderazgo y trabajo en equipo; y desarrollar nuevos perfiles profesionales que requiere la I 4.0; son los retos iniciales de la Educación 4.0 (E 4.0).

A estos retos institucionales, la Dra. Franzoni añadió como retos tecnológicos para la E 4.0 las integraciones de sistemas tutoriales inteligentes en los procesos de enseñanza aprendizaje, de la analítica de datos para mejorar los procesos administrativos y de aprendizaje, y de las tecnologías en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Franzoni Velázquez caracterizó a la Educación 1.0 como una enseñanza en una sola dirección, centrada en la evaluación a través de exámenes y en el trabajo individual, con acceso a la información, sin interacción y páginas estáticas; a la Educación 2.0 como una enseñanza bidireccional, interactiva entre estudiantes y páginas dinámicas; a la Educación 3.0 con aprendizaje auto dirigido, búsqueda digital de la información; competencias para la creación de contenido, con búsquedas inteligentes semánticas y construcción del aprendizaje; y a la E 4.0 como una enseñanza centrada en competencias, con autodirección, trabajo en equipo, autoevaluación y aprendizaje basado en proyectos con el uso de la tecnología.

Así mismo, la profesora del ITAM estableció una relación de analogías entre la I 4.0 y la E 4.0:

Mientras la I 4.0 tiene una tendencia a la automatización total de la manufactura a través de sistemas ciberfísicos, la Nube (*cloud computing*), el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el *Big data*; la E 4.0 se basa en la Nube, las tecnologías móviles, las redes sociales y la economía colaborativa, el IoT, el *Big data* y la IA.

Además la I 4.0 busca la producción a la medida, el menor tiempo para colocar el producto en el mercado, y la mayor eficiencia sustentada en el análisis de datos y el IoT; por su parte, la E 4.0 busca, respectivamente, el aprendizaje flexible en función de las necesidades e intereses de cada alumno, al ritmo y a la velocidad de cada alumno con independencia de su edad y curso, y el aprendizaje digital con retroalimentación constante a partir del análisis de los datos derivados del progreso del propio aprendizaje (*learning analytics*).

Tenemos que estar informados de a dónde va la tecnología porque estamos impartiendo la docencia en nuestras clases para resolver los problemas que están surgiendo con la transformación digital.

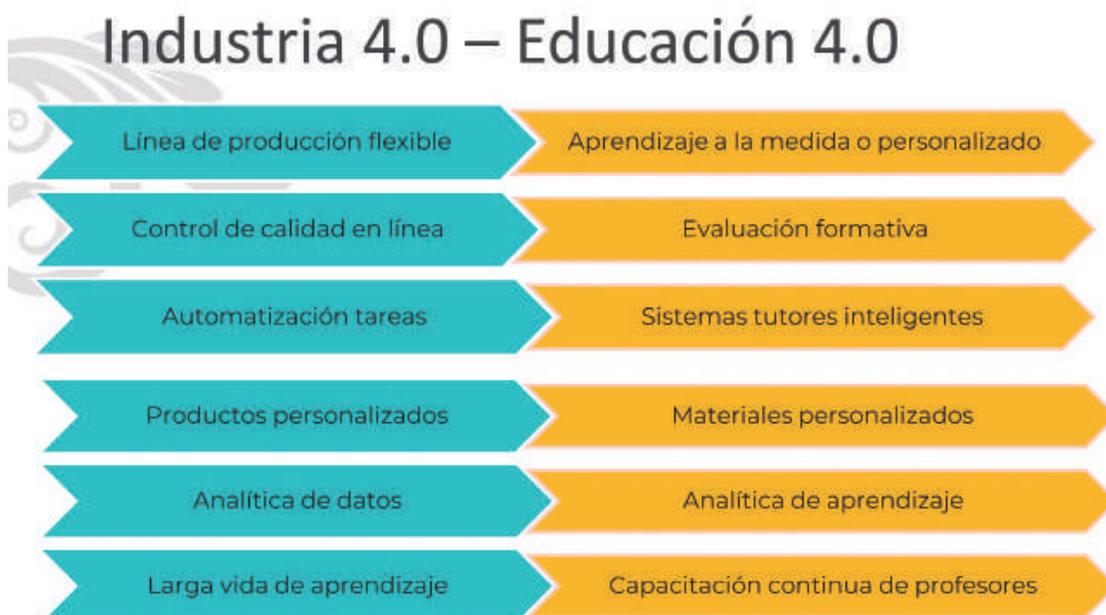
Por ejemplo, “la revista del MIT publicó las tendencias tecnológicas del 2018 y 2019. En el 2018 eran las impresoras 3D con metales, la destreza robótica mediante el lenguaje natural, las ciudades sensibles porque estamos todos conectados e inteligencia artificial en la nube. En 2019 ya nos hablan de una destreza robótica con modelos de robots complejos que aprenden tareas fijas, una nueva ola de energía nuclear basada en nuevos diseños de reactores nucleares, cápsula que contie-

ne una sonda intestinal con microscopios en miniatura, más otras que tienen que ver con el ADN humano” informó Franzoni.

Agregó que estamos viviendo una época en la que los refrigeradores ya nos pueden advertir si la caducidad de los alimentos está próxima, carteles inteligentes que avisan al consumidor si hay ofertas de ropa disponibles en los almacenes mientras camina por la calle, o baños que pueden analizar los residuos para prescribir alteraciones del metabolismo o dietas.

Las compañías están invirtiendo en *Deep neural network*, todo lo que tiene que ver con cosas inteligentes cerebros inteligentes, robots inteligentes, asistentes virtuales o *block chain*. La gráfica del ciclo de educación, cómo podemos ir integrando a nuestro proceso de enseñanza-aprendizaje toda la tecnología emergente, como *design thinking*, por ejemplo, una metodología para que los alumnos sean creativos e innovadores, pero también en la administración y para el salón de clases están los asistentes. “Nosotros como profesores podemos integrar estos cambios radicales sin que la institución nos ponga todo: si vamos a una E 4.0 yo como profesor cómo puedo poner mi granito de arena. Qué tal si la educación la convertimos en algo como la metodología que lleva Netflix, Airbnb, o Amazon, cómo se la imaginan: a la medida, personalizada o tomar clases en instituciones diferentes. O nos imaginamos nuevos negocios relativos a los que es la transformación en la educación”, propone Franzoni.

Pronosticó que habrá nuevas profesiones como científicos de datos, *community manager*, vigilante on line, diseñador de experiencias de realidad virtual, cibercorresponsable o conductor de drones, finalizó.



Proyecto en marcha Nuevo León 4.0

México tiene todo lo necesario para competir con el conocimiento: Jaime Parada Ávila

Jesús Mendoza Álvarez

- Parque de Investigación e Innovación Tecnológica: inversión de 600 millones de dólares.
- Cuenta con más de 300 científicos en 150 mil metros cuadrados de laboratorios.
- El ecosistema NL4.0 está en construcción.



Jaime Parada Ávila, Director General del Instituto de Innovación y Transferencia de la Tecnología

Sustentado en su fortaleza industrial, económica, tecnológica y científica, Nuevo León (NL) se ha propuesto convertirse en un estado inteligente con industria 4.0 con la colaboración del gobierno federal a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); asociaciones civiles como Horno 3; universidades e instituciones de educación superior, como el Instituto Tecnológico y de Estudios

Superiores de Monterrey (ITESM) o la Universidad Autónoma de Nuevo León; centros de investigación; cámaras industriales y clústeres; empresas nacionales como Cemex o Festo e internacionales como Siemens o Rockwell Automation, entre otras.

Esta iniciativa es encabezada por el Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología de Nuevo León, el organismo estatal de ciencia y tecnología, y

liderada por su director general, el Dr. Jaime Parada Ávila, quien presentó este proyecto durante el Foro Interinstitucional Educación 4.0 organizado por la Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional (IPN) el pasado 17 y 18 de junio de 2019 en la Escuela Superior de Medicina del IPN.

Durante su conferencia, Parada Ávila identificó a las tecnologías clave para la transformación digital NL4.0: Blockchain, Nube, Robótica, Simulaciones, Materiales avanzados, Realidad virtual y aumentada, Manufactura aditiva, Internet de las cosas, Big data, Ciberseguridad, Software e Inteligencia artificial.

Expuso los elementos actuales, en proceso y por definir para la construcción del ecosistema NL4.0 que abarcan una gran cantidad de infraestructuras, programas e iniciativas en las áreas sociedad, industria, talento, ecosistema y gobierno. Tales como un Centro de Innovación, Diseño y Manufactura Digital; un Centro de Innovación en Ciberseguridad; un Laboratorio de Ciencia de Datos en el ITESM; un Laboratorio de Inteligencia Artificial; o un Mapa Digital de Talento Académico; entre muchos otros. Para el año 2025, tienen planeado arribar a un estado inteligente, con centros de innovación en turismo inteligente, agro inteligente, y salud inteligente, entre otros rubros.

Nuevo León es un estado importante en términos de disponibilidad de talento humano, expuso ante los políticos Jaime Parada, “contamos con excelentes universidades, por eso podemos pensar en la economía del conocimiento, tenemos más de 200 mil alumnos matriculados en educación superior, esto es un activo tremendamente importante, tenemos muchos inscritos en carreras científicas y tecnológicas. Esto fue lo que nos hizo pensar que Nuevo León, igual que México, tienen todo lo necesario para competir con el cerebro, con el conocimiento para producir bienes y servicios de mayor valor agregado.”

Expresó que quieren una economía pujante, global, competitiva, exportadora y que genere calidad de empleo. El PIB *per cápita* de Nuevo León es de 15 mil dólares, contra un promedio nacional de 8 mil; “ambicionamos alcanzar 35 mil, hay que soñar grande, ser ambiciosos, porque eso le va a traer prosperidad a nuestra gente, y queremos por lo tanto desarrollar nuevos productos, servicios, tecnologías, nuevos negocios y solución de problemas de interés público: el agua, el ambiente, la seguridad, el gobierno digital. Que todo esto tenga un impacto en la competitividad, productividad, al valor agregado, a la calidad del empleo, a la cultura emprendedora y al bienestar social”.

También dijo que quieren tener muy buena infraestructura científica y tecnológica, capacidad de formar talento en posgrado y licenciatura, convertir el cono-

cimiento en negocios y generar mucha investigación y desarrollo tecnológico. “Tenemos clústeres, algunos de alta tecnología como nanotecnología, biotecnología, aeronáutica y salud; de media alta tecnología como automotriz, electrodomésticos, informática y software, multimedia e industrias creativas, herramental, vivienda sustentable, agronegocios, energía y turismo.”

Actualmente en Nuevo León cuentan con capacidad para formar talentos a través de programas de formación de científicos y tecnólogos, mediante los cuales han enviado a cerca de mil personas para estudiar posgrados en el extranjero con el apoyo del CONACYT. Nuevo León tiene 5 mil científicos y tecnólogos, “¿cuántos debería de tener? 50 mil que son los que tiene México, 30 mil de ellos en el SNI, ¿cuántos debería de tener México? ¡500 mil! Hasta que lleguemos a ese ejército intelectual va a ser realidad la economía y sociedad basada en el conocimiento” aclaró el ex director general del CONACYT.

Informó que le han dado un impulso importante a la producción científica, a las patentes, a los proyectos de investigación e invertido en un parque de investigación e innovación tecnológica donde hay 36 centros de investigación donde tienen la misión de generar conocimiento de frontera y convertirlo en dinero, en negocios, en productos o en servicios, que le den a la economía el dinamismo que están.

También cuentan con un programa de apoyo a emprendedores, incubadoras de nanotecnología, biotecnología, tecnologías de la información, de los cuales tienen que salir nuevos negocios de alto valor agregado. Algunas incubadoras ya han dado a luz negocios prósperos que ya están en etapa de expansión.

“Queremos llegar ambiciosamente a que Nuevo León sea un estado inteligente, donde los semáforos o los hospitales sean inteligentes, donde los pacientes tengan expedientes electrónicos o digital; gobierno digital, donde las compras y la obra pública se haga de manera inteligente evitando el contacto entre los humanos” proyecto Parada Ávila a los asistentes.

Están integrando grupos de trabajo dedicados a analizar los aspectos éticos de la cuarta revolución industrial, como qué va a pasar con el empleo, con el trabajador, ya que, desde la perspectiva de Jaime Parada y colaboradores, tiene que haber una ética social alrededor del uso responsable de las tecnologías.

El Parque de Investigación e Innovación Tecnológica de Nuevo León es un esfuerzo de 10 años, se inauguró en el 2006, y es considerado como un referente a nivel internacional. “Lo curioso es que antes no había un solo centro de investigación, hoy hay más de 100, algunos en los campus universitarios otros en este parque. Se han invertido en total 600 millones de dólares, lo importan-



Centro de innovación. diseño y manufactura digital

te es que el gobierno sólo ha puesto 100 de estos 600. Aquí trabajan más de 300 científicos y tecnólogos, tenemos centros de investigación y tecnología de empresas globales, nacionales, universidades, centros públicos de investigación de CONACYT, es decir, un ecosistema multitemático colaborativo, ese es el secreto: la colaboración, se perdió el miedo entre la empresa, la academia y el gobierno, discutimos conjuntamente los problemas, las amenazas y las oportunidades. Hoy día tenemos casi 150 mil metros cuadrados de laboratorios, plantas piloto y equipo sofisticado; ahí se tiene acceso real o remoto a más de siete microscopios electrónicos de barrido, por ejemplo, y a gente muy inteligente”.

Actualmente enfrentan el desafío de convocar e instalar a un grupo de 15 proveedores estratégicos de robots, de sistemas de diseño de ingeniería, de realidad aumentada o de ciencia de datos, para que se integren al Centro de Innovación, Diseño y Manufactura Digital y de manera permanente estén ahí, más consultores que puedan integrar los casos de uso de 4.0. Su objetivo es transformar la industria manufacturera más la de la salud, el gobierno digital, la agricultura, con un enfoque holístico integral. “Las empresas y las instituciones quieren soluciones llave en mano por lo que tienen que integrarse casos de uso”, añadió

Ante esta realidad, la gran pregunta planteada por el Dr. Parada ante es cómo imaginar la educación 4.0, cómo habilitar a profesores y alumnos para que pue-

dan usar sabiamente todas estas tecnologías y herramientas, y cómo transformar radicalmente la educación. “Entonces tenemos que comenzar a olvidar el gis, el pizarrón y el salón. Hay que revisar los modelos educativos porque se nos quedan obsoletos; los planes de estudios de educación técnica, media superior, licenciatura, posgrado, todo hay que revisarlo. Porque las instituciones de educación superior son las máquinas transformadoras de la sociedad, no nos podemos quedar congelados en los años 70”.

Para el Dr. Jaime Parada Ávila el Instituto Politécnico Nacional “es una pieza vital del sistema educativo y de investigación de México, es una institución nacionalista, con sentido social y es una institución de calidad. Eso hace que el Politécnico sea una pieza vital de la transformación del país”.

Cuestiona y responde que ante los retos que estamos viviendo en el país y a nivel global, ¿qué significa que México pueda generar un ecosistema para impulsar la sociedad y la economía del conocimiento?

“Significa que queremos a un México de vanguardia, educado, capaz, competitivo. Reconociendo que México tiene también pobreza, zonas olvidadas, que necesitan la ayuda de todos nosotros; ese es el México de la retaguardia. Pero el México de la retaguardia no puede impedir que el México de la vanguardia progrese, por eso tan vital el papel del Politécnico, de las instituciones de educación y de los centros públicos de investigación en esto”.



Matemáticas y tecnología computacional

Ramón Sebastián Salat Figols

Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional

En este trabajo se muestran varios ejemplos de uso de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas, orientados al uso de representaciones simultáneas de los objetos matemáticos. También se ilustra mediante un ejemplo acerca de la modelación matemática de la difusión de una enfermedad contagiosa, la aportación de la tecnología a una solución posible. El objetivo del trabajo es el de ilustrar la importancia del uso de la tecnología en la actividad matemática.

Introducción

Este trabajo está dirigido a profesores de matemáticas de los niveles medio, medio superior y superior, a los que están en el lugar más importante en la educación: el aula. El objetivo es el de motivar a los lectores a acercarse al mundo de la tecnología existente para hacer matemáticas. Se argumentará en favor de la importancia de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas y también se mostrará que la tecnología abre nuevas formas de investigación, en especial, en la modelación matemática. Primero, se ilustrarán algunos usos específicos dirigidos a crear ambientes favorables al aprendizaje de las matemáticas usando tecnología. Después, se verá un ejemplo de uso de la tecnología en la modelación matemática.

La tecnología para enriquecer el ambiente de aprendizaje

Dado que los objetos matemáticos no existen en el mundo real, la única forma de acceder a ellos es a través de sus representaciones (Duval, 2006). Por ejemplo, para acceder al objeto número podemos recurrir a su representación posicional. Cada objeto matemático puede tener diferentes representaciones. Por ejemplo, el objeto matemático elipse tiene una representación gráfica, como el lugar geométrico de todos los puntos del plano

cuya distancia a dos puntos fijos sea constante; pero también tiene una representación analítica dada por su ecuación con respecto a un sistema cartesiano. A los sistemas de representación en los que es posible realizar operaciones de transformación sobre las representaciones, Duval (2006) los llama “registros de representación”. A la operación de paso de un registro de representación a otro para un mismo objeto matemático, él las llama operaciones de conversión.

Para que sea posible la conceptualización de un objeto matemático es necesario ser capaz de realizar operaciones de transformación del objeto dentro de diferentes registros de representación, también operaciones de conversión entre diferentes registros para el mismo objeto. Si solamente se utiliza un registro de representación, se corre el riesgo de que el estudiante confunda al objeto mismo con su representación. Existen programas, tal como Geogebra (Majerek, 2014), que facilitan la realización de estas operaciones. En la figura 1a, se muestran las representaciones simultáneas de una elipse con centro en el origen, semi-eje mayor igual a 2 y semi-eje menor igual a 1, utilizando el programa Geogebra; en la figura 1b se ilustra la operación de transformación de rotación a un ángulo de 65° con respecto al origen y su traducción al registro algebraico.

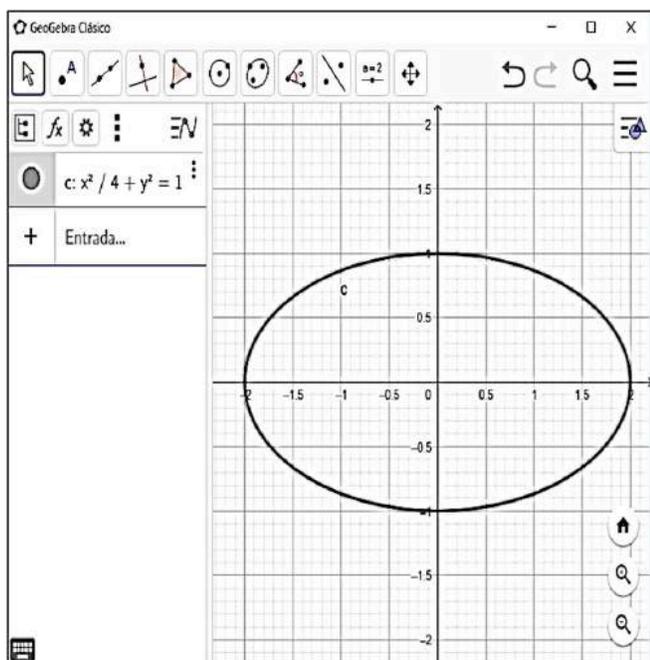


Figura. 1a. Gráfica y ecuación de una elipse.

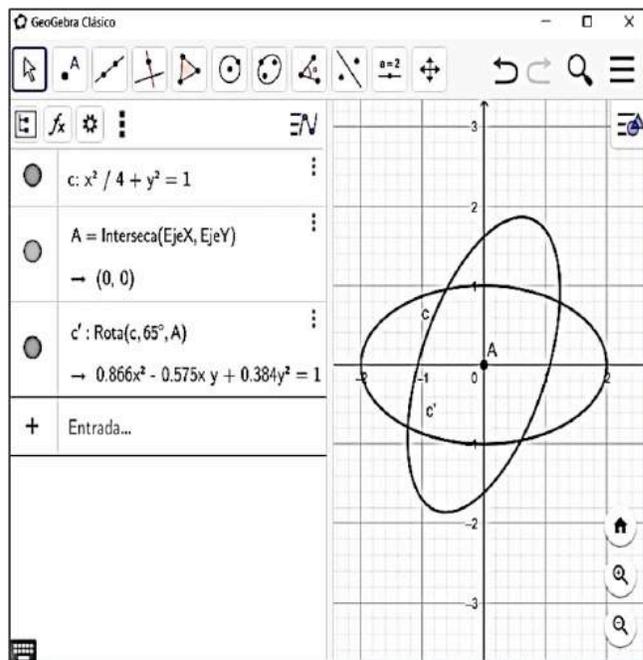


Figura. 1b. Elipse rotada.

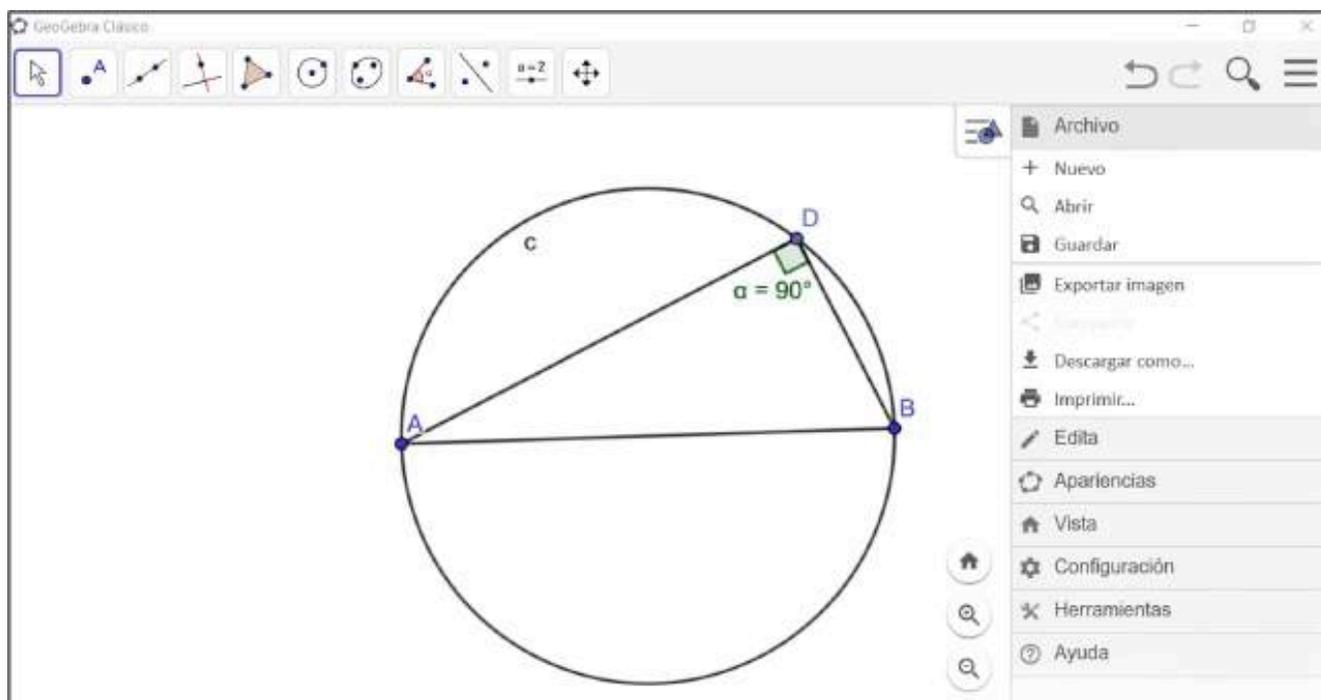


Figura 2. Propiedad del ángulo inscrito.

Con el uso de la tecnología existe un tipo de representación nueva, a la que puede llamarse representación dinámica, porque en contraposición a las representaciones estáticas, las dinámicas se modifican con el tiempo, ya sea por la intervención del usuario o por sí mismas —animaciones—. Por ejemplo, con Geogebra es posible construir una representación tal como la de la figura 2; en esta representación es posible arrastrar el punto D sobre el círculo, permitiendo observar que cualesquiera sea la posición del punto D sobre la circunferencia, el ángulo \widehat{ADB} siempre mide 90° . A través de la acción —interacción con la representación— se descubre la propiedad. Las representaciones dinámicas tienen la propiedad de que son ejecutables (Moreno, 2017), y permiten la in-

teracción del estudiante con la representación para que éste pueda explorar el objeto matemático.

Las representaciones dinámicas facilitan la exploración de conceptos matemáticos al poder interactuar con ellos. Por ejemplo, para estudiar el teorema fundamental del Cálculo se pueden utilizar dos representaciones simultáneas, en una de ellas se grafica una función y en la otra, se grafica el área bajo la gráfica de la primer función como se muestra en la figura 3. En ésta representación, es posible mover el punto B y observar el área bajo la gráfica de la primera función en la ordenada del punto correspondiente en la segunda gráfica. El carácter de acumulación de una integral definida se interioriza a través de la acción sobre una representación como ésta.

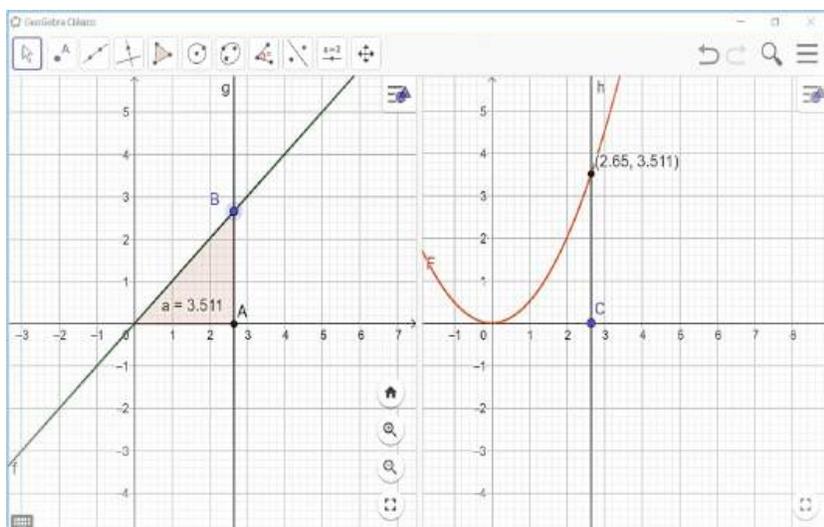


Figura 3. Teorema fundamental del Cálculo.

Usando Geogebra es posible explorar el comportamiento de sistemas dinámicos como el de la masa y resorte con fricción, como se presenta en la figura 4.

En las figuras 5a y 5b se muestran las soluciones de la ecuación diferencial para diferentes valores de los pa-

rámetros; en estas figuras puede observarse la diferencia en el comportamiento cualitativo de las soluciones, al variar los valores de los parámetros.

Existen programas de computadora que facilitan el uso de varias representaciones, como son Geogebra, Cabri y TiNspire, entre otros. Las calculadoras que pue-

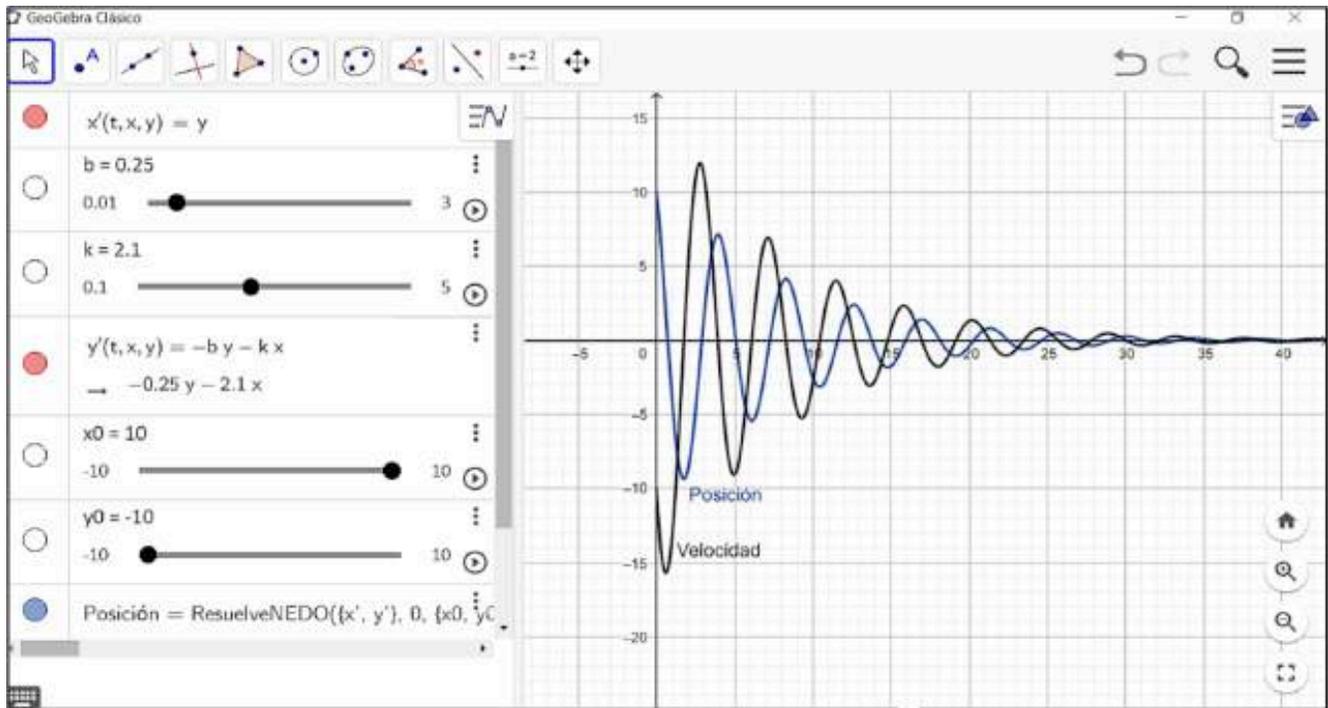


Figura 4. Gráfica de la solución de la ecuación masa resorte.

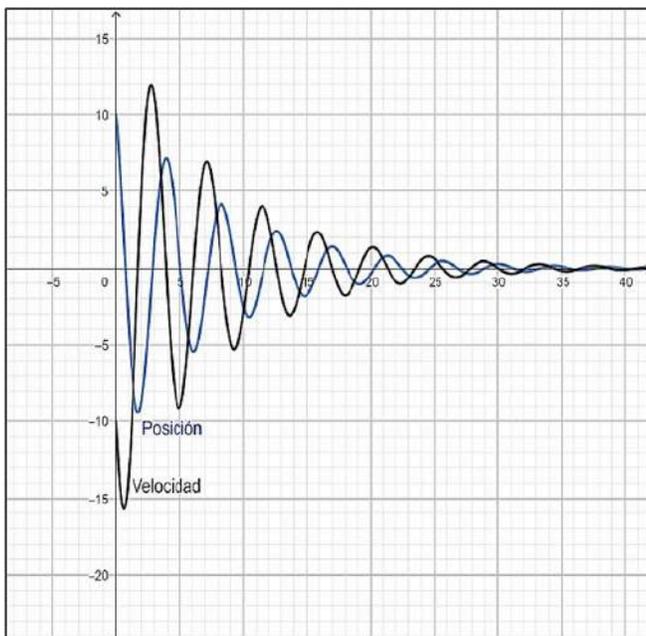


Figura 5a. Con ciertos valores para los parámetros.

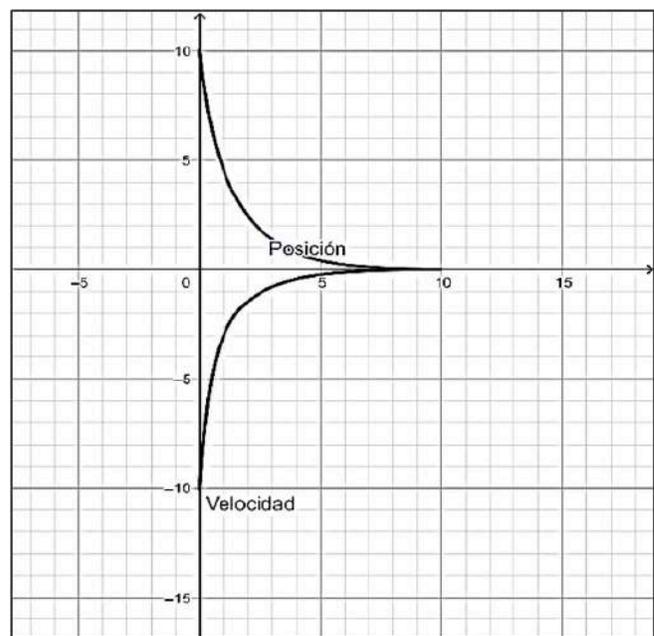


Figura 5b. Con otros valores para los parámetros.

den graficar también permiten la visualización simultánea en diferentes representaciones.

También es posible que el profesor cree programas para usos específicos. Entre los lenguajes de programación que se pueden usar está Python (Langtangen, 2011) con la librería Tkinter y Javascript.

Con el programa Geogebra es posible exportar una construcción a un archivo html, con el cual se puede interactuar. Esto permite la elaboración de libros electrónicos, los cuales pueden contener elementos que hacen de su lectura una experiencia mucho más rica, por las posibilidades de incluir representaciones dinámicas.

Los programas de cálculo simbólico, tales como wxMaxima (Kanagasabapathy, 2018) permiten realizar operaciones algebraicas tediosas, permitiendo que el alumno se centre en aspectos conceptuales. Por ejemplo, con un programa de cálculo simbólico es posible calcular integrales indefinidas fácilmente, figura 6; por supuesto, eso no significa que se descuide el aprendizaje de los métodos de integración. Por ejemplo, con el programa wxMaxima se puede calcular con una sola instrucción la integral:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

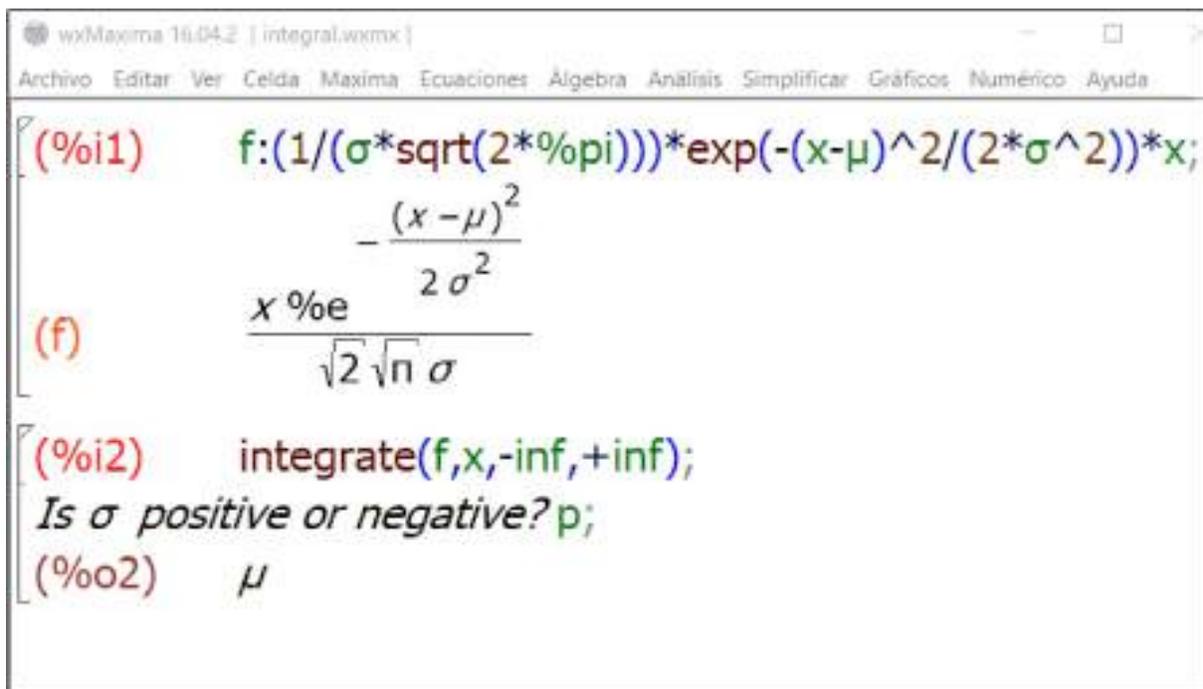


Figura 6. Cálculo de la integral . $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$.

En cuanto al uso de un programa de cómputo para crear ambiente de aprendizaje que faciliten la exploración de los objetos matemáticos, es necesario considerar que para el uso de los mismos, el estudiante requiere pasar por un proceso de instrumentalización. Un periodo mediante el cual, el usuario, a través del uso del programa, pasa de concebir el programa como una herramienta a concebirlo como un instrumento. Una tecnología se convierte en un instrumento cuando se concibe como un medio para lograr un fin, sin pensar en ella, se vuelve transparente.

La tecnología modifica el proceso de investigación científica

Para ilustrar cómo el uso de la tecnología modifica el proceso de investigación, a continuación se presentará un ejemplo de modelación matemática. Este ejemplo se refiere a la expansión de una enfermedad contagiosa.

El modelo propuesto por Kermack McEndrick (1927) consta de un sistema de tres ecuaciones diferenciales no lineales. Se denotan por S , I y R , respectivamente, al número de personas susceptibles de adquirir la enfermedad, al número de infectados y al número de recuperados, ya sea por fallecimiento o porque sanaron. La rapidez con la que crece el número de infectados depende de la posibilidad de interacción entre los infectados y los susceptibles; específicamente, se considera que ésta rapidez es

la diferencia entre la rapidez de contagio, directamente proporcional al número de susceptibles por el número de infectados, menos otro término que tiene que ver con la rapidez con que disminuye el número de infectados, debido a la terminación de la enfermedad y que es directamente proporcional al número de infectados. La rapidez con que disminuye el número de susceptibles es directamente proporcional al producto del número de infectados por el número de susceptibles. Finalmente, la rapidez con que crece el número de recuperados, se supone directamente proporcional al número de infectados. En términos de ecuaciones diferenciales:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI \quad (1a)$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \mu I \quad (1b)$$

$$\frac{dR}{dt} = \mu I \quad (1c)$$

De (1a) y (1b), se obtiene:

$$\frac{dI}{dS} = -1 + \frac{\mu}{\beta} \frac{1}{S} \quad (2)$$

E integrando:

$$I = I_0 + S_0 - S + \frac{\mu}{\beta} \ln\left(\frac{S}{S_0}\right) \quad (3)$$

Donde $S_0 = S(0)$ e $I_0 = I(0)$. De manera similar de (1a) y (1c), se obtiene:

$$S = S_0 e^{-\frac{\beta}{\mu} R} \quad (4)$$

En donde se considera que $R_0 = 0$.

Finalmente, substituyendo (4) en (3) y (3) en (1c):

$$\frac{dR}{dt} = \mu \left(I_0 + S_0 - S_0 e^{-\frac{\beta}{\mu} R} - R \right) \quad (5)$$

Ahora bien, de (1a), (1b) y (1c) se obtiene que $\frac{dS}{dt} + \frac{dI}{dt} + \frac{dR}{dt} = 0$, por lo tanto, $S+I+R = S_0 + I_0 \approx S_0$, si se denota a la población total por N , entonces:

$$\frac{dR}{dt} = \mu \left(S_0 - S_0 e^{-\frac{\beta}{\mu} R} - R \right) \quad (6)$$

Kermack y McEndrick mencionan que no es posible obtener a R como una función explícita de t , por lo cual proponen aplicar la aproximación $e^x \approx 1 + x + \frac{x^2}{2}$. Con esta aproximación se puede obtener una solución para (6) y una función explícita para R en términos de t , dada por:

$$R = \frac{\mu^2}{S_0 \beta^2} \left[\frac{\beta}{\mu} S_0 - 1 + A \tanh\left(\frac{A}{2} \mu t - B\right) \right] \quad (7)$$

Donde A y B están dados por:

$$A = \sqrt{2S_0(N - S_0) \frac{\beta^2}{\mu^2} + \left(\frac{\beta}{\mu} S_0 - 1\right)^2} \text{ y } B = \tanh^{-1}\left(\frac{\frac{\beta}{\mu} S_0 - 1}{A}\right)$$

Logran un ajuste notablemente bueno a los datos obtenidos de una epidemia que hubo en Bombay en 1905-1906, usando la aproximación explicada. Los datos acerca de la epidemia de Bombay constan del número de recuperados por semana durante un periodo de 50 semanas.

Con técnicas de cálculo numérico, optimización y programación, usando el lenguaje de programación Python, es posible obtener los parámetros del modelo dado por las ecuaciones (1a), (1b) y (1c) que mejor se adapta a los datos —en el sentido de cuadrados mínimos— usando la aproximación propuesta por Kermack y Mcendrick (1927). En la figura 7 se muestra el resultado de ajustar los parámetros; los parámetros obtenidos fueron: $\mu = 3.601 \times 10^{-3}$ y $\beta = 3.680 \times 10^{-5}$

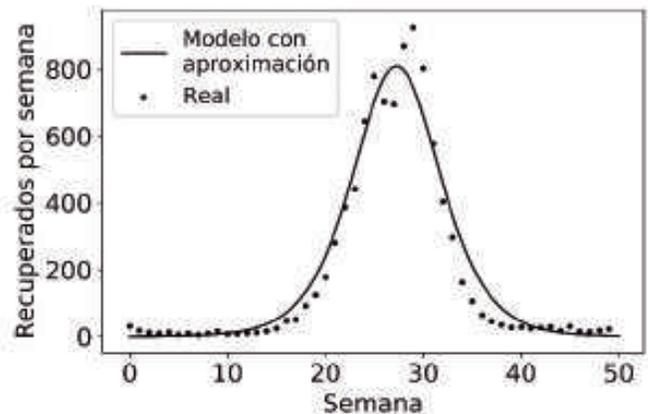


Figura 7. Ajuste de los parámetros.

Es posible modelar el fenómeno de la expansión de una enfermedad contagiosa con técnicas de simulación de eventos discretos; para una introducción al tema de simulación de eventos discretos puede consultarse a Leemis & Park (2006).

En principio, el fenómeno de expansión de la enfermedad es un fenómeno aleatorio, de manera que, en realidad, las variables S , I y R y son procesos estocásticos. En este sentido, una hipótesis posible es que los encuentros entre las personas susceptibles y las infectadas se dan a lo largo del tiempo siguiendo un proceso de Poisson, de tal manera que en cualquier tiempo, la rapidez instantánea de ocurrencia de contactos sea directamente proporcional al número de personas infectadas por el número de personas susceptibles en dicho tiempo. Puede pensarse que las variables S , I y R especifican el estado de un sistema y que solamente hay dos tipos de eventos capaces de modificarlas, el encuentro entre una persona infectada y otra susceptible y la recuperación (o muerte) de un infectado. Así, es posible simular la evolución del sistema avanzando en el tiempo sobre estos eventos. El algoritmo puede describirse del siguiente modo:

$$I=I$$

$$S=S_0$$

$$R=R_0$$

Poner en la lista L el tiempo de recuperación del primer infectado
 $tiempo_próximo_contacto=t_0$

Mientras $t < T$:

$tiempo_próxima_recuperación = \text{mínimo de los elementos de } L$

$t = \text{mínimo}(tiempo_próximo_contacto, tiempo_próxima_recuperación)$

Si $t == tiempo_próximo_contacto$:

$$S = S - 1$$

$$I = I + 1$$

Almacenar en L el tiempo de recuperación de la persona infectada

$tiempo_próximo_contacto = tiempo_próximo_contacto + aleatorio_exp(a)$

En otro caso:

$$R = R + 1$$

$$I = I - 1$$

Extraer t de la lista L

En donde $aleatorio_exp(a)$ representa un número generado aleatoriamente de una distribución exponencial con parámetro a , esto es, porque en un proceso de Poisson, los tiempos entre dos eventos consecutivos siguen una distribución exponencial. Adicionalmente, en una primera aproximación, se puede suponer que el tiempo de duración de la enfermedad en cada paciente es constante, digamos δ .

Es posible simular la evolución de la epidemia y encontrar los parámetros para los cuales, las medias de los valores simulados sean lo más próximos posibles a los reales. Los resultados se muestran en las figuras 8a y 8b, como puede observarse el ajuste es razonablemente bueno.

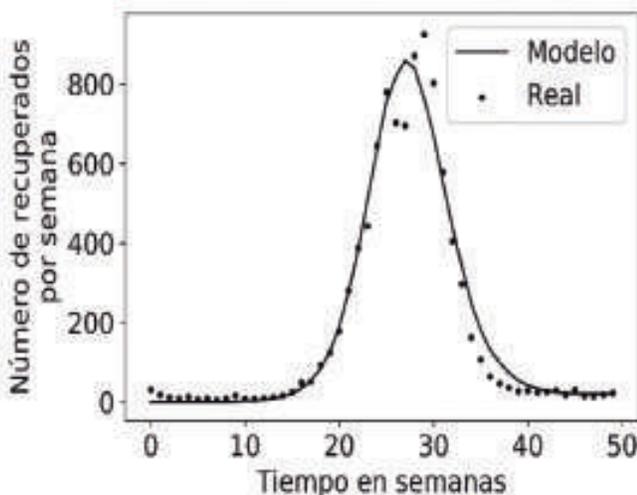


Figura 8a. Modelo SIR por simulación.

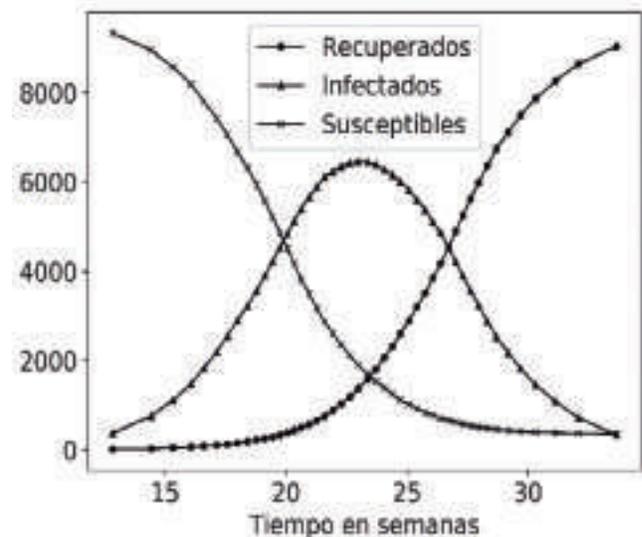


Figura 8b. $\frac{dR}{dt}$ por simulación

El ejemplo presentado ilustra el hecho de que el uso de la tecnología enriquece y complementa al estudio analítico. Además, con ésta nueva interpretación del fenómeno se recupera su carácter estocástico.

Otro aspecto importante en cuanto al modo en el que el uso de la tecnología modifica la enseñanza de las matemáticas y la investigación —en un sentido amplio— es que en Internet es posible encontrar una gran cantidad de información, es decir, la tecnología amplía de manera importante los registros de representación externos del conocimiento. El contenido de una biblioteca tradicional es más limitado. Sin embargo, debido a que en Internet existe cada vez una cantidad mayor de información, cada vez es más difícil localizar algo específico y desde luego la calidad de la información es muy variable. Por otro lado, si el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas se ciñe a un conjunto de materiales previamente escogidos por los educadores, indudablemente, la formación del estudiante será mejor.

Conclusiones

De los ejemplos expuestos, se desprende que la tecnología proporciona un aporte importante en la educación matemática y en su investigación en algunas áreas específicas.

La tecnología posibilita al estudiante trabajar con diferentes representaciones de un objeto matemático en forma simultánea. Proporciona nuevas representaciones llamadas dinámicas, que enriquecen las posibilidades de exploración de los objetos matemáticos y que posibilitan crear textos electrónicos con representaciones ejecutables.

Por otro lado, el uso de la tecnología proporciona nuevas formas de abordar problemas, por ejemplo, de modelación matemática. Muchos futuros investigadores, requerirán usar la tecnología para resolver problemas; ésta es una cuestión que hay que considerar desde hoy en la enseñanza de las matemáticas.

Éste trabajo es tan solo una introducción panorámica al tema. Y es una invitación a que el lector continúe aprendiendo acerca del mismo. Para ampliar la información puede consultarse a Salat (2013).



SEMBLANZA

Ramón Sebastián Salat Figols

Estudió la licenciatura en Física y Matemáticas en la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) del Instituto Politécnico Nacional y posteriormente la maestría y doctorado en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa en el CINVESTAV.

Se desempeñó como director de la Escuela Superior de Física y Matemáticas durante ocho años y como docente en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Zacatenco (ESIA) y ESFM a lo largo de su carrera, con unidades de aprendizaje como cálculo, ecuaciones diferenciales, probabilidad, estadística, análisis matemático, programación y simulación.

Además, ha realizado investigación en Educación Matemáticas y en Simulación de Montecarlo.

REFERENCIAS

- Baccglini-Frank, A. & Mariotti, M. A. (2009). Conjecturing and Proving in Dynamic Geometry: The Elaboration of some Research Hypothesis. *Proceedings of CERME*, Lyon v. 6, 231-240.
- Duval, R. (2006). A cognitive análisis of problems comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103-131.
- Kanagasabapathy, M. (2018) *Introduction to wxMaxima for Scientific Computations*. New Delhi, India: BPB PUBLICATIONS
- Kermack, W.O. & Mackendrick, A.G. (1927) A Contribution of the Mathematical Theory of Epidemics. *Proceedings of Royal Society of London*, 115(772), 700-721.
- Langtangen, H. P. (2011). *A Primer on Scientific Programming with Python*. Springer.
- Leemis, L.M. & Park, S.K. (2006). *Discrete-event Simulation: A First Course*, Pearson Prentice-Hall.
- Majerek, D. (2014). Application of Geogebra for Teaching Mathematics. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 8(24), 51-54.
- Moreno-Armella L. y Ramírez, Rubén E. (2017). La Geometría al encuentro del aprendizaje. *Educación Matemática*, 29(1), 9-36.
- Salat, R.S. (2013). La enseñanza de las matemáticas y la tecnología. *Innovación Educativa*, 13(62), 61-74.



Propuesta de gamificación en ingeniería en control y automatización

José Ángel Mejía Domínguez, Rene Tolentino Eslava y Miriam Gómez Álvarez
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), Unidad Zacatenco,
Instituto Politécnico Nacional



La gamificación es un recurso útil independientemente de la experiencia del docente y del ámbito de aplicación. Emplea como referentes múltiples disciplinas tales como la psicología, el diseño de juegos, la interacción, el marketing o mercadeo, entre otras. El objetivo de la gamificación es motivar a las personas a realizar acciones concretas lo que implica conocer bien a las personas que participarán y, de esta forma, determinar los elementos a ofrecer y lo qué se debe de hacer; el resultado es el diseño de la experiencia que fomenta la creatividad.

Historia del aprendizaje basado en juegos a la gamificación

En la historia de la educación, el empleo de elementos de juego como estrategia en la enseñanza ha sido recurrente. En la prehistoria el modo más común de aprendizaje se basó en dinámicas lúdicas de imitación, para aprender comportamientos y habilidades sociales de integración (Pernil & Vergara, 2002). En la Grecia antigua, Platón consideraba al juego como un elemento práctico de la enseñanza, donde “lo esencial de la educación consiste en la formación regular que por medio del juego ha de llevar el alma del niño a amar lo más posible aquello en lo que sea necesario, una vez sea hombre” (Platón, 1999, pag. 228); mientras en la época romana, el historiador Quintiliano hablaba del juego como una herramienta de enseñanza debido a que se concebía la educación como un proceso de formación necesario para el ciudadano.

En la edad media, los juegos dejaron de asociarse a la educación formal proporcionada por la iglesia y las universidades, pero no dejó de formar parte de las prácticas sociales debido a que la educación de la mayoría de la población, se enfocó en el aprendizaje de oficios y labores (Pernil & Vergara, 2002). También se diseñaron juegos deportivos, de cartas o de mesa y el juego de la oca fue empleado por los templarios para motivar la participación de la población en las cruzadas.

En la edad moderna, las revoluciones científicas, el humanismo y la Ilustración convierten al hombre en el centro del pensamiento, ampliando y sistematizando la cobertura a más sectores de la población, donde los juegos y juguetes se empleaban para instruir en los roles que el individuo adoptaría en la sociedad.

En la época contemporánea el juego se convierte en materia de estudio para la sociología, la antropología, la historia y la pedagogía; surgen así corrientes pedagógicas relacionadas con el juego, la educación y el aprendizaje. Pedagogos como Friedrich Fröbel (Fröbel, 2013) y María Montessori (Montesori, 2004) promueven proyectos, teorías e ideas destinadas al establecimiento de actividades para la apropiación de conocimientos y de objetos de forma autónoma. Ovide Decroly propuso como método de aprendizaje la experiencia propia (Decroly & Monchamp, 1998); por lo tanto, dentro de la práctica incluyó al juego para llamar la atención del alumno a través de cuestiones que le interesen.

Vigotsky empleó el juego como el fundamento del desarrollo simbólico de los niños (Vigotsky, 2009), ya que lo consideró como el origen de la acción, a través de la creación de situaciones imaginarias en las que son conscientes de sus actos (Wertsch, 1988). Jean Piaget (Piaget & Inhelder, 2015) señala que el docente debe crear constantemente nuevas situaciones que propongan

retos lógicos de manera gradual. Por ello en su Escuela Activa incluyó los juegos como vehículo y define dos tipos. El simbólico donde se realizan acciones en tiempo y espacio, distintos a la realidad y sobre los que se tiene el control, el segundo tipo de funciones donde se tiene una situación novedosa, se practica de forma continua y posteriormente se buscan acciones más complejas; de esta manera el niño aprende a actuar ante situaciones que no están en constante repetición (Piaget, 2016).

Finalmente, a mediados del siglo XX el aprendizaje basado en juegos toma la forma de gamificación, como hoy se le conoce, aunque la definición es posterior, hace su aparición en la Unión Soviética como una forma de motivar a los trabajadores sin depender de incentivos monetarios. Los trabajadores y las fábricas podrían competir entre sí para aumentar la producción, en otros casos permitió construir la moral mediante dinámicas de juego en equipo (Nelson, 2012). A finales del siglo XX, en los Estados Unidos de América se emplea para convertir los lugares de trabajo en espacios lúdicos (Coonradt, 2007), aplicando los principios de juegos a contextos comerciales promoviendo la motivación de los empleados y generando comentarios positivos, objetivos claros y opciones para elegir. Dentro de estas prácticas se pueden considerar los programas de fidelidad y viajero frecuente de las aerolíneas como el ejemplo más representativo (Kumar & Herger, 2013). En los que se obtienen recompensas que pueden ser intercambiadas por premios.

Definición

Fue en 2002 cuando Nick Pelling empleó el término Gamificación definiéndolo como el empleo de “... interfaces de usuario similares a las de un juego con la finalidad de hacer divertidas y rápidas las transacciones electrónicas” (Burke, 2014, pag. 12); de ésta manera, la gamificación nace dentro del contexto de la evolución de los juegos de video pasando de la informática a los juegos de video y luego al diseño en diferentes fuentes y áreas del conocimiento (Araujo, 2016).

En el 2011 la gamificación se define en *Oxford Dictionaries* como la palabra del año. Del 2010 a 2014 se incrementó el número de publicaciones sobre aplicaciones de gamificación en educación (Dicheva, Dichev, Agre, & G., 2015). En la conferencia internacional de tecnología MindTrek 2011 se presentó la definición con mayor aceptación: “La gamificación es el uso de elementos del diseño de juegos en contextos no lúdicos” (Deterding, Dixon, Khaled, & Lennart, 2011, pag. 9). Para 2014 se propone como definición “el uso de la mecánica del juego y la experiencia para involucrar y motivar digitalmente a las personas para alcanzar sus objetivos” (Burke, 2014), que incluye términos tecnológicos y

digitales donde la intención de su uso es alcanzar objetivos y metas personales.

En el año 2018, *Cambridge Dictionary* define la *gamification* como “la práctica de hacer que las actividades se parezcan más a juegos para hacerlos más interesantes o agradables; las empresas utilizan cada vez más la gamificación para formar a sus empleados” (*Cambridge Dictionary*, 2018 pag, 5). En ésta, el término es alejado del mundo de la informática y es la aplicación de los juegos al mundo empresarial. En el campo de la educación, la gamificación o ludificación es “la introducción de mecánicas y dinámicas de juego en el aula y en cualquier entorno, en principio, ajeno al juego” (Rivero, 2017, pag.5). La gamificación se reconoce como un concepto pedagógico y se propone como sinónimo general la palabra ludificación, sin asociarlo a ninguna herramienta o juego de video.

En concordancia con lo anterior, la Real Academia de la Lengua Española (RAE) sugiere el empleo del término ludificación, al considerar que la raíz latina *ludus* es ‘juego’, sin embargo, el término más extendido en la Internet es “gamificación”.

La Gamificación en la Educación

Se espera que en el año 2020 se presente un resurgimiento de la parte social, entendida como las áreas de interacción y cooperación entre jugadores, en las comunidades por el uso de la realidad virtual o la realidad aumentada en diferentes plataformas. Todo esto incluye a los juegos serios, *serious games*, como son los juegos analógicos de mesa o cartas, debido a su capacidad inmersiva, mecánica y absorbente para estimular los aspectos de conocimientos, formación y experiencia del usuario (Area & González, 2015), de una manera más cercana al mundo en el que se desarrollan para ser capaces de sintetizar mejor su aprendizaje.

El propósito de la gamificación es la creación de hábitos y la motivación de acciones concretas, donde se distinguen tres líneas de trabajo:

- Usar juegos durante las clases de manera controlada y planificada por parte del docente.
- Aplicar algunas características propias de los juegos, sobre todo de los juegos de video para motivar al alumno con dinámicas familiares.
- Hacer del aprendizaje un juego, a partir del desarrollo propio de los contenidos curriculares de una asignatura como si estos fuesen una actividad lúdica (Minovic, García-Peñalvo, & Kearney, 2016).

Implicación pedagógica de la gamificación

Debido a que la gamificación toma como base los juegos de video es primordial entender que la aplicación en las

aulas requiere de sus elementos para un uso analógico y dispositivos electrónicos en el entorno de la clase, (Area y González, 2015; Contreras, 2016; García, 2016 pag. 19); de esta manera las dinámicas de clase estarán basadas en las formas y elementos de los juegos de video, pero no implica usar los dispositivos electrónicos asociados a ellos. La implementación en las aulas implica la inclusión de elementos pedagógicos para:

- “La construcción personal a través del uso de dinámicas que potencian la individualidad y el autoconocimiento” (García, 2016, pag 19).
- Ayudar a la socialización y la interacción de los grupos con dinámicas de juego cooperativo debido a que quien participa aprende de forma directa de lo que hace.
- Desarrollar la autonomía e independencia a través de la resolución de problemas a nivel individual y/o colectivo, donde el docente es un guía para que el estudiante resuelva los dilemas propuestos.
- Potencia la intuición y la creatividad al solucionar cuestiones que no poseen respuestas fáciles.

La combinación de juegos de video y juegos analógicos en el aula permiten construir espacios donde el docente asume el papel de desarrollador de juegos pedagógicos, de forma similar a un desarrollador de juegos de video que conoce tanto lo general como lo funcional. Los elementos de juego más empleados en las dinámicas de gamificación (Fui-Hoon, Zeng, Rajasekhar, Padmanabhuni y Eschenbrenner, 2014) son los sistemas de puntos, los niveles, las insignias, las tablas de clasificación, las recompensas, las barras de progreso, los argumentos y la retroalimentación; sin embargo, no es necesario usarlas todas en una propuesta de gamificación.

La implementación de dinámicas dentro del ámbito educativo depende del desarrollo de un buen diseño, como puede observarse en las tendencias tecnológicas del ciclo de Gartner Hype, que presenta el grado de entusiasmo/ decepción al adoptar una tecnología emergente, evaluando si la implementación es viable dependiendo de la etapa del ciclo de vida y al tiempo de maduración. Así, el ciclo aplicado a la gamificación puede observarse en la figura 1 que en el año 2011 hace su aparición en la zona de alta expectativa; de 2012 a 2013 se mantiene como de alta expectativa, pero para 2014 y 2015 pasa a la etapa de desilusión debido principalmente a que el 80% de las aplicaciones fracasaron por deficiencias de diseño. En 2016, deja de ser una tecnología emergente y se convierte en una herramienta para la educación que alcanzará probablemente su nivel de consolidación en cinco años (Gartner, 2018).



Figura 1. Gráfico de Gartner de la Evolución

Un ejemplo de aplicación se presentó en la JFDI Academy que forma parte de The National University of Singapore (Hsin-Yuan & Soman, 2013), donde en una asignatura optativa de los primeros semestres, se planteó como objetivo lograr que el estudiante asuma el compromiso de llevarla al día debido al antecedente histórico donde la mayoría trabaja días antes de la fecha límite de entrega de trabajos, generando estrés. El ejercicio contempló una población de 51 estudiantes durante trece semanas y tres horas por semana; se propuso a los estudiantes realizar distintas tareas a partir de dinámicas de gamificación basadas en niveles o insignias. Se dividió el conjunto de actividades en veintidós tareas para dosificarlas y así evitar todo el trabajo al final. Cada división generaba puntos de experiencia y abría la oportunidad de hacer actividades complementarias para mejorar estos, lo cual incrementaba el nivel y por lo tanto la calificación. El ejercicio incluyó una interfaz gráfica para que el estudiante verificará su avance como en un juego de video.

La gamificación puede emplearse como una estrategia dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje diseñada por el docente para generar un ambiente atractivo, que promueva la participación y apoye el aprendizaje significativo a través del uso de juegos como medios. Los juegos son adaptaciones mecánicas establecidas para generar un balance entre la unidad de aprendizaje, el juego y la habilidad del estudiante para retener y apli-

car lo aprendido en el mundo real. A esta modalidad se le ha denominado aprendizaje basado en juegos, lo que ha llevado a la gamificación a una ludificación de la cultura.

Elementos de un sistema de gamificación

Una gamificación se compone de cuatro elementos (Marczewski, 2013) (Deterding, Dixon, Khaled, & Lennart, 2011) como lo muestra la figura 2:

- Juego (Game): es la estructura propia del juego donde se aplican reglas y restricciones orientadas a objetivos.
- Elementos (Elements): son actividades o elementos que no son el juego completo sino parte o partes de él, game atoms.
- Diseño (Design): es la clave para aplicar los elementos en un nivel conceptual con cinco niveles:
 - Patrones de diseño de interfaz.
 - Patrones de diseño de juego o mecánica de juego.
 - Principios de diseño heurístico.
 - Modelos conceptuales de unidades de diseño de juegos.
 - Métodos de diseño de juegos y procesos de diseño.

Los niveles se construyen con la intención de desarrollar un sistema que incluye elementos de juegos pero no un juego completo propiamente dicho y que son percibidos por el usuario como juegos propios

- Aplicación en contexto no relacionado con el jue-

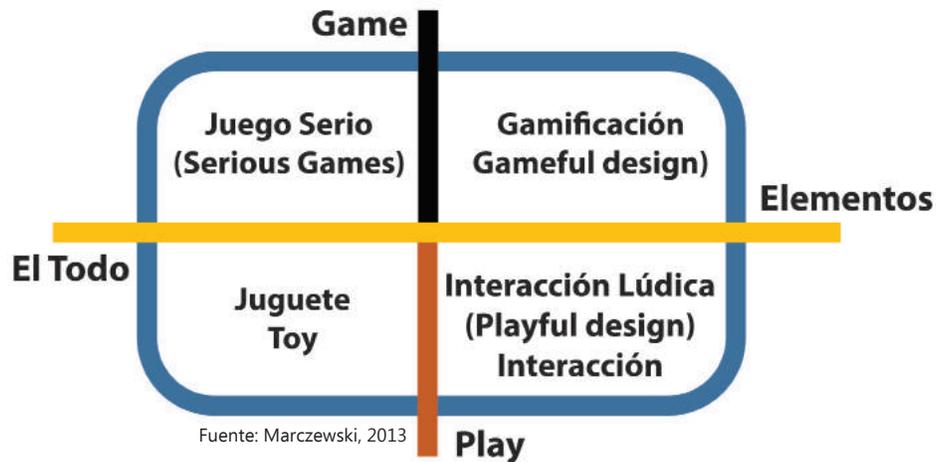


Figura 2. Los cuatro elementos de la Gamificación

go (*Non-game-context*): el contexto no es el de un juego. Usa elementos de los juegos para fines distintos a su uso normal esperando como parte de un juego de entretenimiento.

Del gráfico se puede observar la diferencia entre *game* y *play*, el primero contiene una estructura formal basada en reglas y para alcanzar objetivos, mientras la segunda implica una forma abierta, exploratoria y libre de actuar

Diseño de un sistema de gamificación

En el diseño de un sistema de gamificación deben emplearse técnicas para captar, retener y hacer evolucionar dentro del juego a quien participa; para ello se distin-

guen tres tipos (Ramirez, 2014; Mora, Riera, González y Amedo-Moreno, 2015):

1. *Las mecánicas*. Hacen que el progreso en el juego sea visible para quien juega y se clasifican como se muestra en la figura 3:

Los juegos se emplean para alcanzar objetivos, y la mejor manera de hacerlos atractivos es mediante la división de los grandes objetivos en sub-objetivos o misiones, las cuales representan una menor dificultad y son de corto plazo y aprovechan que cuanto más cercano los percibe el jugador, menos abstracto se ve y es más fácil concretarlo (Marczewski, 2017).

2. *Las dinámicas*. Son los patrones presentes, que no son parte de este, mediante los cuales se adaptan las mecánicas a los diferentes jugadores atendiendo a sus



Figura 3 . Mecánicas de la Gamificación

deseos básicos como son reconocimiento, consecución y capacidad de expresión. Se clasifican como lo muestra la figura 4:

3. *La estética* – Es la respuesta emocional que provoca al jugador a participar y se relaciona con la experiencia de jugar (Hunicke, LeBlanc, & Zubeck, 2004) generando:

- a. Sensación – Como placer empírico.
- b. Fantasía – Recreación.
- c. Narrativa – Como un relato.
- d. Reto – Carrera de obstáculos.
- e. Camaradería – Marco social.
- f. Descubrimiento – Mapa por descubrir.

Los juegos son herramientas motivacionales, ya que se integran con actividades muy especiales, las cuales, son escogidas por voluntad propia del jugador, donde normalmente no se recibe nada a cambio. El objetivo de la gamificación en educación es lograr que el estudiante se involucre en la actividad de forma voluntaria y aceptando el reto de participar en esta (Kapp & Blair, 2014) obteniéndose como resultado:

- Motivar por avanzar en los cursos.
- Motivar a los alumnos a involucrarse con los contenidos.

- Influenciar el comportamiento del alumno en el aula.
- Alentar a desarrollar competencias o adquirir conocimientos.
- Enseñar nuevos contenidos.
- Compartir en redes sociales.
- Participar en la generación o formación de nuevos conocimientos.

Sin embargo, es necesario verificar si el jugador es capaz de resolver la situación en la cual va a involucrarse. El reto para el diseño está en cómo descomponer el juego en elementos entendibles y aplicables, que faciliten los procesos de diseño y evaluación para “la utilización del pensamiento y mecánicas de juego para comprometer a las personas en contextos no lúdicos o de no-juego” (Jiménez Arenas, 2014, pag.31).

Para la empresa consultora Gartner (2018), las principales tendencias en contextos no lúdicos de no-juego con mayor expectativa de adopción están:

- Compromiso con el cliente (*Customer Engagement*).
- Desempeño profesional (*Employee Performance*).
- Educación avanzada (*Advanced Education*).
- Desarrollo personal (*Personal Development*).
- Innovación (*Innovation*).



Figura 4 . Dinámicas de la Gamificación

Cada una requiere diferentes tipos de solución en función del contexto, por lo cual el diseño final es responsabilidad de diferentes perfiles:

- Diseño de interfaces (UX) y experiencia de usuario (UI).
 - Diseño de interfaces con procesos para comprometer al usuario.
 - Sitios web y aplicaciones en dispositivos móviles.
 - Responsable: diseñador UX y UI.
- Competencia (*Advergames*)
 - Diseñar para comprometer al usuario en comunicación.
 - Juegos flash y HTML5.
 - Responsable: Diseñador de juegos.
- Juegos Serios (*Serious games*)
 - Diseñar para comprometer al usuario en el desarrollo de conocimientos y hábitos.
 - Juegos de video.
 - Responsable: Diseñador de juegos.

Como resultado se presenta la siguiente matriz de soluciones donde se reporta la aplicación en función del contexto, como lo muestra la figura 5.

De esta manera, lo primero que debe seleccionarse es el tipo de aplicación necesaria para comprometer a las personas a participar en la actividad, sin dejar de tomar en cuenta:

- Contexto: Área no lúdica o de no-juego donde se desarrollará la actividad
- Accesibilidad: Participación del jugador en las diferentes aplicaciones.

- Plataforma: Espacio donde se ubiquen los mecanismos para que el jugador interactúe.

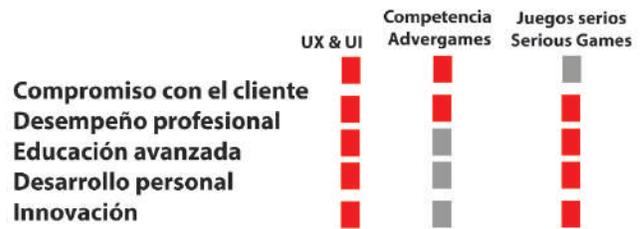


Figura 5. Matriz de aplicaciones en función del contexto

Una vez que ha sido seleccionada la aplicación, el diseñador UX & UI o diseñador de juegos utilizará la herramienta *Gamification Model Canvas* (Jimenez Arenas, 2013) basado en el modelo MDA (Hunicke, LeBlanc y Zubeck, 2004) y el modelo *Canvas* (Osterwalder y Pigneur, 2010) empleados para evaluar soluciones basadas en juegos. La herramienta *Gamification Model Canvas* se compone de nueve áreas que representan los elementos de diseño de un proyecto de gamificación como en la figura 6.

Dependiendo del tipo de solución, la decisión sobre las secciones de juego dependerá de la combinación de secciones consideradas como se muestra en la figura 7, donde puede observarse que cada aplicación debe ser atendida por diseñadores UX & UI o diseñadores de juegos.

En la herramienta *Gamification Model Canvas* pueden reconocerse dos perspectivas dependiendo de las áreas consideradas:

- *Perspectiva de Juego*: Describe la posición del jugador y diseñador respecto a la solución (figura 8). A la derecha se encuentra el jugador quien percibe los ele-

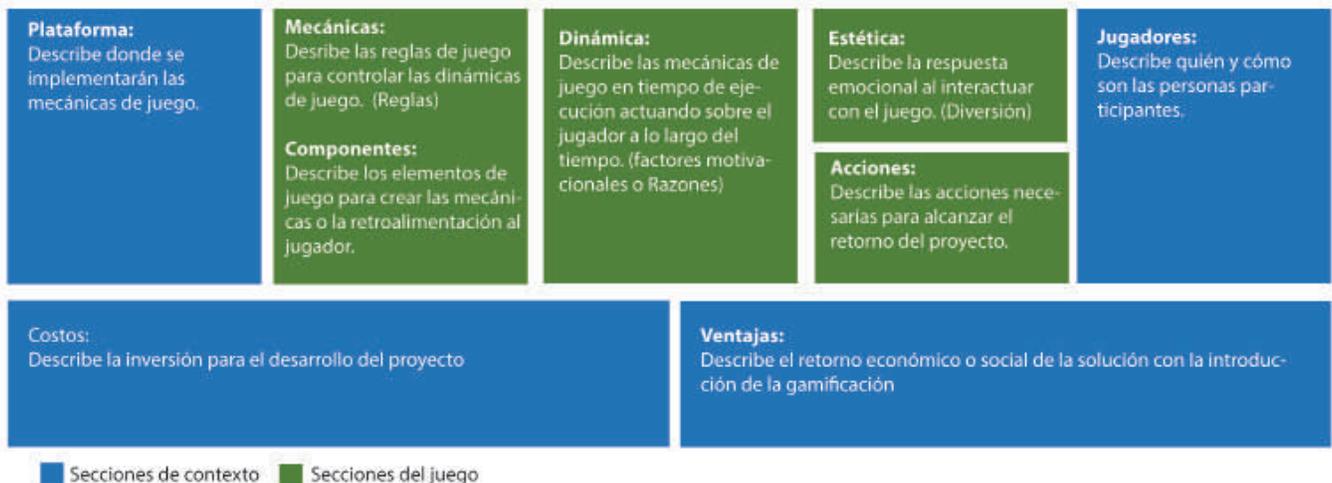


Figura 6. Herramienta Gamification Model Canvas

mentos de diseño del juego (la estética y dinámicas) los cuales tienen la finalidad de atraparlos en la experiencia. A la izquierda se encuentra el diseñador quien crea las experiencias de juego (componentes y mecánicas) y adapta sobre las plataformas seleccionadas.

- *Perspectiva del Negocio*: Describe la búsqueda de la eficiencia del proyecto sin perder la propuesta de valor para el jugador. El lado derecho representa las decisiones que generan valor y motivación al jugador, mientras el lado izquierdo representan las decisiones de eficiencia en términos de costes y retornos de la solución.

Metodología

El programa de Ingeniería en Control y Automatización desarrolló un plan de trabajo con cuatro líneas de acción

(ICA, 2008); en la línea de acción 1 proceso enseñanza-aprendizaje y 4 titulación profesional en los cuales se promovió el diseño de prototipos (Mejía, Tolentino & Hurtado, 2015). Esta etapa integra las nuevas tecnologías en el campo de la automatización y control en complemento a los prototipos didácticos desarrollados.

La gamificación junto con otras TIC permitirá fortalecer las actividades de aprendizaje y evaluación al interactuar con los prototipos, equipos y dispositivos presentes en las sesiones tanto presenciales en el aula, como en las sesiones de laboratorio (Chen, Liu, Cheng, & Huang, 2017). Se convierte así en la herramienta que genera un entorno de aprendizaje bajo estrategias pedagógicas, que permitan comprender conceptos, funcionamiento de equipos y dispositivos (Basogain, Izkara, y Borro, 2007), debido a que generan una experiencia de apren-

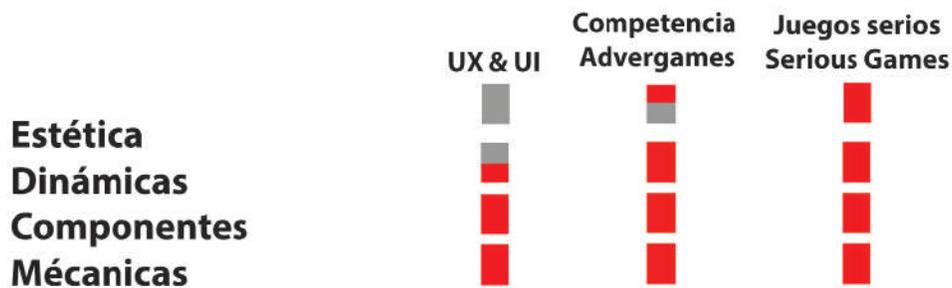


Figura 7. Matriz por diseñador UX & UI o diseñadores de juegos



Figura 8. Posición diseñador y jugador con respecto a la solución

dizaje donde la tecnología permita potenciar y apoyar el proceso de aprendizaje.

La metodología general para el desarrollo del proceso de gamificación en una unidad de aprendizaje (UA) o tema del programa de Ingeniería en Control y Automatización se muestra en la siguiente figura 9.

El objetivo de la metodología propuesta busca fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje en las UA T/P con actividades gamificables. Las fases de esta metodología y sus actividades son las siguientes:

Fase 1. Identificación de las unidades de aprendizaje o temáticas donde se desea la gamificación de actividades de acuerdo a uno o más de los siguientes criterios:

- Por ser saberes básicos para el mismo curso o posteriores
- Por representar saberes con el mayor índice de alumnos reprobados.
- Para la integración de conocimientos nuevos y fundamentales en la formación.

Esta etapa se apoya de las experiencias de los integrantes de la academia para aportar propuestas o buenas prácticas que han proporcionado resultados positivos en estas unidades temáticas o tópicos específicos.

Fase 2 Seleccionar las actividades lúdicas. Facilidad de implementación de la propuesta de gamificación de acuerdo a los criterios siguientes:

- Actividades de gamificación de inmediata aplicación por adaptación o uso de inmediato por facilidad de acceso o aplicación como actividad grupal.
- Actividades gamificables que requieren de una mayor elaboración.

Fase 3 Implementar actividades lúdicas grupales.- Diseño y elaboración de materiales didácticos para aplicar las actividades lúdicas propuestas para trabajar en grupo cubriendo las siguientes etapas:

- Etapa 1 Reconocimiento.
- Etapa 2 Familiarización.
- Etapa 3 Refuerzo.
- Etapa 4 Aplicación.

Fase 4 Implementar las actividades lúdicas mediante TIC.- Seleccionar las actividades lúdicas mediante TIC.

- De actividad de aprendizaje
- De evaluación del aprendizaje

Fase 5 Validación “*Gamification model Canvas*” Completar el formato para documentar y avalar la propuesta de las TIC empleadas en la gamificación.

3. Resultados

Con la aplicación de la metodología y las observaciones de los integrantes de la academia o del equipo de trabajo por unidad de aprendizaje, se realiza una jerarquización de las unidades de aprendizaje para implementar. La Tabla 1 muestra el resultado del análisis de las fases 1 y 2 descritas en cuatro de las materias de la Academia de Procesos Industriales, como son los elementos primarios de medición, EPM; elementos de transmisión y control, ETC; preparación y transporte de materiales, PTM; e instrumentos analíticos de medición, IAM.

	UA	EPM	ETC	PTM	IAM
Fase 1					
Criterio a		X			
Criterio b		X			
Criterio c		X	X		
Criterio d		X	X		
Fase 2					
Criterio a		X			
Criterio b			X	X	X
Fase 3					
Criterio a		X			
Criterio b		X	X	X	X

Tabla 1. Análisis de unidades de aprendizaje



Figura 9. Metodología para integrar aplicaciones de Gamificación

Dentro del análisis se argumentó que la UA T/P de elementos primarios de medición es antecedente de otras UA T/P por la aportación de contenidos temáticos y principios técnicos en ésta; por tal motivo, se recomendó su selección y atención para asegurar un aprendizaje que sirva de sustento para cursos posteriores. También se consideraron los dos postulados del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) para la integración de la TIC tanto por su facilidad de uso como por la percepción de su utilidad (Davis, 1989).

Para la fase 3 se eligió la primera unidad temática de la UA de elementos primarios de medición para abordar el tema de simbología para la elaboración e interpretación de diagramas de tubería e instrumentación (DTI's), los cuales el estudiante empleará en los semestres consecutivos hasta su egreso; así como en su vida profesional. En la elaboración del DTI, se requiere el conocimiento de la simbología de instrumentos, señales, actuadores, elementos finales de control entre otros que se detallan en la norma ISA S 5.1. Por otro lado, es necesario integrar la simbología de equipos de proceso en estos diagramas, por lo que se consideró la norma ISA S 5.5. En la figura 10, se muestra la metodología en particular para el desarrollo de las actividades lúdicas en el tema seleccionado.

Dentro de la fase 3, se aplicarán las etapas para la implementación de la gamificación, esto es reconocimiento, familiarización, refuerzo y aplicación. En cada etapa se propone una serie de actividades que van involucrando al alumno en la simbología como se muestra en la figura 10. Previo a esto se decidieron los juegos que se implementaron en el salón de clases, los cuales son: relación de símbolos con sus nombres, memoramas, complementación de tablas y el juego basta.

En la etapa 1 se tiene como actividad la relación entre

el nombre de instrumentos y/o equipos y símbolos, con la finalidad de que el alumno repase la simbología.

En la etapa 2 se utiliza el memorama de instrumentos y equipos para que los alumnos los relacionen; así como actividades en donde complementa el significado de las letras del alfabeto en los instrumentos.

La etapa 3 considera el juego de basta para que en función de la letra seleccionada den los 5 posibles significados que pueden tener como instrumentos en un DTI. Aquí se usa el memorama en su nivel avanzado en el que se relaciona el símbolo y una fotografía del equipo y/o instrumento, omitiéndose el nombre de estos. Finalmente, la actividad de la etapa 4 consiste en realizar el DTI en base a enunciados que el alumno elige al azar. Estos enunciados incluyen instrumentos, equipos, elementos finales de control, señales, entre otros.

En la figura 11 se muestra la actividad realizada en la etapa 2, la figura 11a representa la primera vez que se realizó la actividad de la etapa 2, en la que los alumnos recurrieron a las normas para identificar los pares en la actividad del memorama; la figura 11b muestra a los alumnos al momento de realizar por segunda vez la actividad del memorama en la que se muestra el menor uso que se realizó con la norma. En la que se observó que los alumnos hacían uso de las normas para apoyarse en identificar el símbolo con el nombre del equipo o instrumento.

En las actividades de la etapa 3 (figura 12), se propuso el uso del juego basta para que en función de una letra elegida al azar por un integrante de algún equipo se enunciaran los 5 posibles significados que puede tener cada letra en los símbolos de instrumentación que se emplea en los DTI. Posterior a esta actividad se implementará un memorama de instrumentos y equipos que se desarrollará en un software libre en el que los alumnos

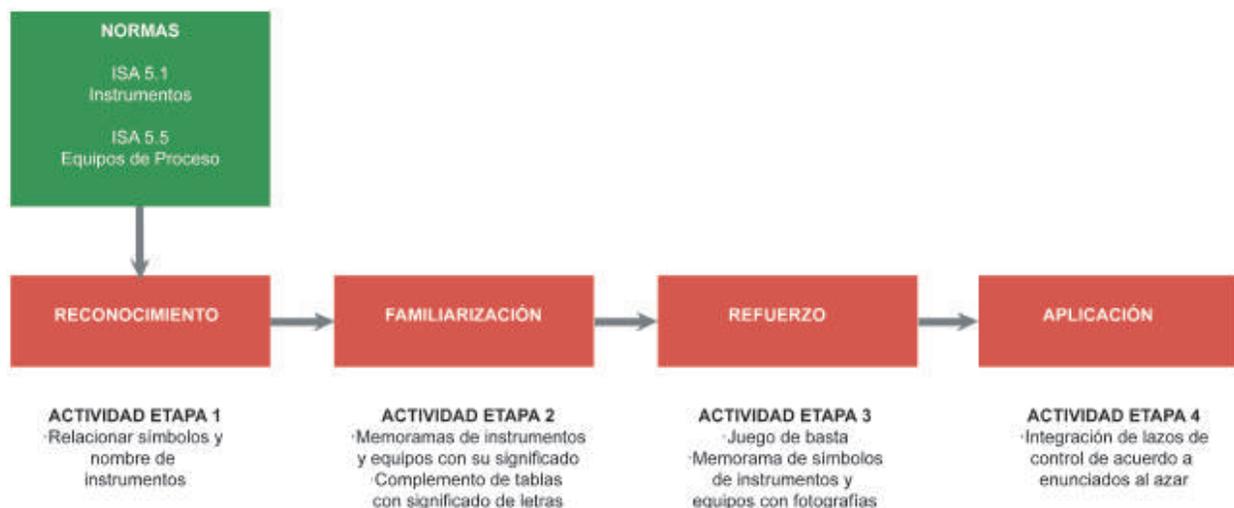


Figura 10. Etapas de la implementación



Figura 11a. Actividad etapa 2



Figura 11b. Segunda aplicación



Figura 12. Etapa 3 de la implementación, juego basta

al momento de resolverlos podrán observar las áreas de oportunidad que tienen respecto a la simbología.

En la fase 4, para la implementación de las actividades de gamificación con TIC se adoptaron dos herramientas:

- De aprendizaje: Una aplicación de memorama para

la asociación de símbolos con sus respectivas descripciones, como se muestra en la figura 13.

- De evaluación: Empleo de software gratuito Kahoot:

- Banco de preguntas con diagramas de tuberías e instrumentación, diagramas de lazo, planos con dimensiones de los equipos; hojas de especificaciones y características de los instrumentos empleando teléfonos celulares, laptops o tablets en aula o laboratorio con conexión a internet o red WI-FI.

- En la figura 14 puede observarse en las imágenes del lado izquierdo como en la aplicación Kahoot!, se lanzan las preguntas así como el resultado final obtenido por el grupo y las imágenes del lado derecho se tienen las pantallas que los estudiantes pueden responder a los cuestionamientos, recibiendo la retroalimentación adecuada.

- Validación de propuesta. En la figura 15 se presenta el “gamification model canvas” aplicado al proyecto de gamification donde se muestra el resumen que avanza la integración de la aplicación TIC.



Figura 13. Software de aplicación de memorama en Mygame Memory de accegal.org

Al final del semestre, para medir el impacto de la propuesta, se compararán los resultados del grupo donde se aplicó la gamificación y otro grupo donde se continuó con lo marcado por el programa de la unidad de aprendizaje; en ambos casos el docente es el mismo, de ésta manera verificaremos si la gamificación:

- Reduce el número de alumnos reprobados,
- No cambia el comportamiento del índice de reprobados con respecto al grupo con el cual se compara o,
- Incrementa el número de reprobados.

De esta manera corroborará si la validación de la propuesta fue bien diseñada y permitió cumplir con el objetivo para la cual fue aplicada.

4. Conclusiones

La gamificación es una herramienta de aprendizaje basada en la motivación, ayuda para llevar a cabo acciones que mejoran las habilidades del estudiante en determinados saberes, incrementado el interés por participar en el aula o laboratorio. Todo esto es resultado del diseño de la actividad que representa un reto completarlo.

La gamificación aplicada para la creación, búsqueda y documentación como punto de partida aumenta el interés y asimilación de saberes, debido a que el juego elimina el prejuicio de culpabilidad por equivocarse, es decir,

fallar se convierte en una oportunidad y un estímulo por aprender al resolver la actividad.

La gamificación permitió graduar la forma de reforzar los saberes facilitando la integración de la teoría y la práctica en la actividad. Además de que facilita la resolución de problemas ya proporciona retroalimentación inmediata, eliminando el desinterés dentro un ambiente de aprendizaje de competencia propositivo.

El reconocimiento del estudiante y entre estudiantes promueve la participación en la actividad, a trabajar en equipo y a consultar información pertinente para resolver el reto planteado asegurando una mejor retención. La participación en la actividad gamificada representa un reto personal que se transforma en una meta de aprendizaje fijada por el mismo, debido a que la motivación por aprender es intrínseca lo que fomenta la autonomía, porque es él quien elige sin sentirse presionado.

Se puede afirmar que la gamificación es una actividad innovadora que permite conseguir resultados positivos: fomenta la autoestima, el autoaprendizaje individual y en grupos con un marcado sello de satisfacción personal. Toda actividad gamificada deberá ser bien diseñada para que ésta cumpla con las expectativas para las cuales fue concebida.

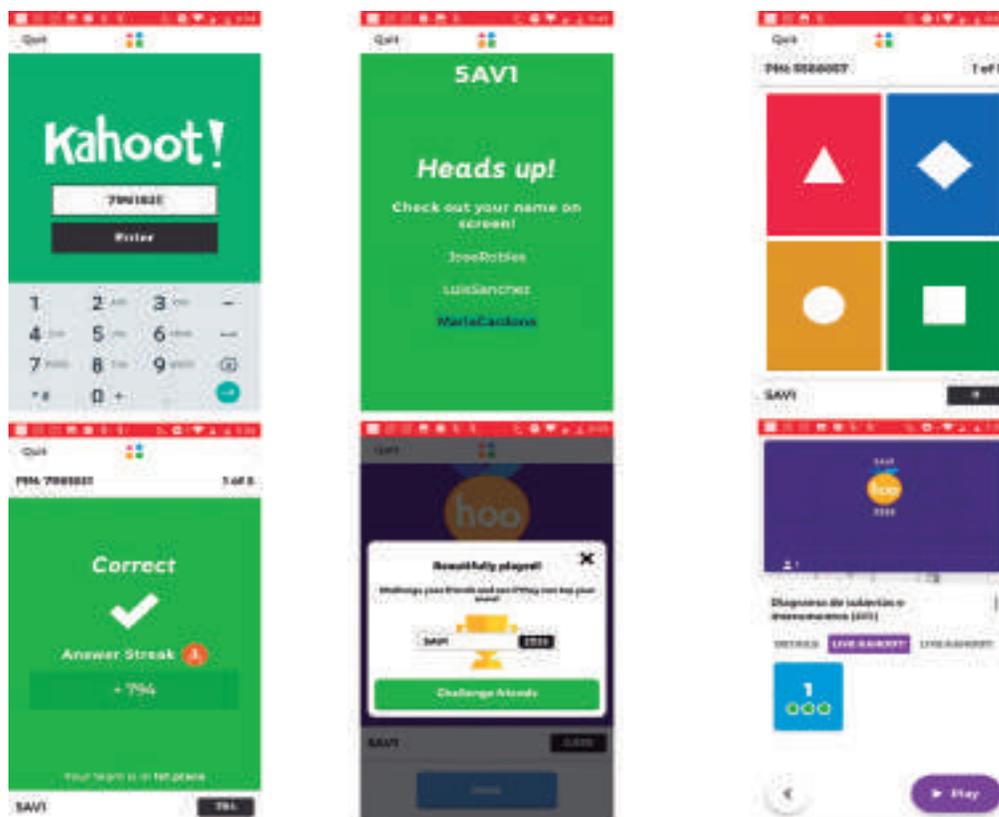


Figura 14. Aplicación Kahoot en PC (docente) y aplicación Kahoot en teléfono celular (alumnos)

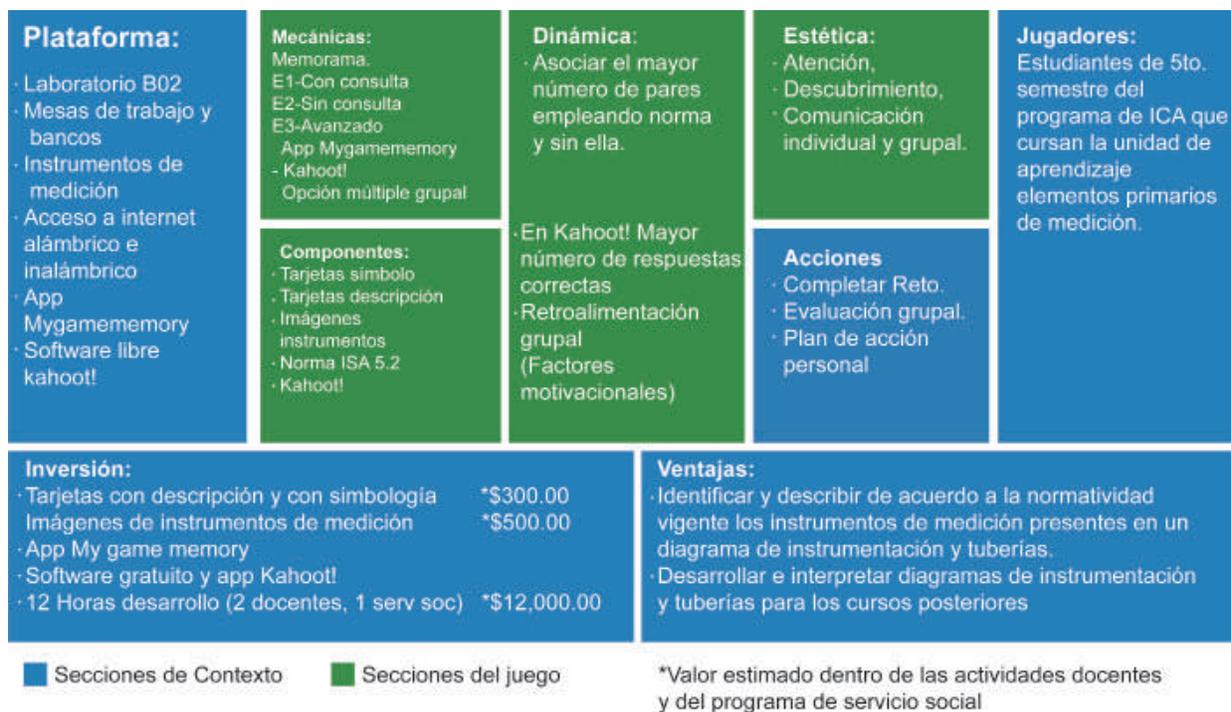


Figura 15. Gamification Canvas Model de la propuesta

SEMBLANZA

José Ángel Mejía Domínguez - jmejiad@ipn.mx

Ingeniero Electricista por la ESIME Zacatenco del IPN en 1989. Maestro en educación por UCGS 2016. Profesor del Departamento de Ingeniería en Control y Automatización desde el 1997. Las áreas de interés son: electrónica, mantenimiento, seguridad e higiene, calidad, certificación, acreditación y didáctica aplicada a ingeniería.

René Tolentino Eslava - rtolentinoe@ipn.mx

Ingeniero Mecánico por la ESIME Azcapotzalco del IPN en el 2001. Maestro en Ciencias en Ingeniería por la SEPI-ESIME Zacatenco del IPN en el 2004. Profesor del Departamento de Ingeniería en Control y Automatización desde el 2002. Las áreas de interés son: instrumentación de procesos, conducción y transporte de fluidos, metrología de velocidad de aire, ahorro y uso eficiente de energía y didáctica aplicada a ingeniería.

Miriam Gómez Álvarez

Ingeniera Bioquímica por la ENCB del IPN en el 2001. Maestra en Ciencias en Ingeniería Química por la SEPI-ESIQIE Zacatenco del IPN en el 2008. Profesora del Departamento de Ingeniería en Control y Automatización desde el 2008. Profesora del Departamento de Ingeniería en Control y Automatización desde el 2008.

REFERENCIAS

- Araujo, I. (2016). Gamificación : Metodología para envolver e motivar alunos no processo de aprendizagem. *SEK col 17* No. 1, 87-107. doi:http://dx.doi.org/10.14201/eks201617187107
- Araujo, I. (1 de MARzo de 2016). Gamification: metodología para involucrar y motivar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. (U. d. Salamanca, Ed.) *Education in the Knowledge Society, EKS*, Vol 17 No. 1, 87-107. doi:http://dx.doi.org/10.14201/eks201617187107
- Area, M., & González, C. (2015). De la enseñanza con libros de texto al parendizaje en espacios online gamificados. *Educatio Siglo XXI* vol 33 No 3, 15-38. doi:http://dx.doi.org/10.6018/j/240791
- Burke, B. (2014). *Gamify. How gamification motivates people to do*. USA: Gartner, Inc.
- Contreras, R. (2016). Juegos digitales y gamificación aplicados al ámbito de la educación. *RIED*.

Revista Iberoamericana de educación a Distancia 19(2), 27-33. Obtenido de <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/16143>

Coonradt, C. (2007). *El juego del trabajo: Cómo disfrutar del trabajo tanto como jugar*. New York: Gibbs Smith.

Decroly, O., & Monchamp, E. (1998). *El juego educativo. Iniciación a la actividad intelectual y motriz*. Madrid: Morata.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Lennart, N. (September 28-30 de 2011). From game desing elements to gamefulness: defining "Gamification". *MindTrek' 11*.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Lennart, N. (2011). From game desing elements to gamefulness: defining gamification. *MindTrek 2011* (págs. 9-15). Tempere, Finland: ACM.

Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & G., A. (2015). Gamitication in education: a systematic mapping study. *Educational Technology & Society* 18(3), 1-14.

Dictionary, C. (23 de 08 de 2018). *Cambridge Dictionary*. Obtenido de Cambridge Dictionary: <http://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles-espanol/gamification>

Fröbel, F. (01 de 01 de 2013). *La educación del hombre*. Buenos Aires: Biblioteca Virtual Universal. Obtenido de Biblioteca Virtual Universal: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88736.pdf>

Fui-Hoon, F., Zeng, Q., Rajasekhar, V., Padmanabhuni, A., & Eschenbrenner, B. (2014). Gamification of Education: a review of literature. *HCI in Business. First International Conference HCBI 2014* (págs. 401-409). Crete, Greece: HCI in Business. Obtenido de <http://www.jackqingzeng.com/pdf/gamification.pdf>

García, L. (2016). El juego y otros principios pedagógicos. supervivencia en la educación a distancia y virtual. *RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 19(2), 9-23. Obtenido de <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/16175>

Gartner, I. (23 de 08 de 2018). *Gartner*. Obtenido de Gartner: <https://www.gartner.com>

Hsin-Yuan, W., & Soman, D. (2013). *A practitioner's guide to gamification of education*. Toronto, Canada: Rotman Scool of management. Obtenido de <https://inside.rotman.utoronto.ca/behaviouraleconomicsinaction/files/2013/09/GuideGamificationEducationDec2013.pdf>

Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubeck, R. (Enero de 2004). *MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research*. Recuperado el 05 de 09 de 2018, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/228884866_MDA_A_Formal_Approach_to_Game_Design_and_Game_Research

Jimenez Arenas, S. (01 de 01 de 2013). *Gamemarketing*. Obtenido de Gamemarketing: <http://www.gamkt.com/implementa/gamification-model-canvas/>

Kapp, K. M., & Blair, L. &. (2014). *The Gamification of Learning and instruction Fieldbook - Ideas*. EUA: Wiley.

Kumar, J., & Herger, M. (2013). *Gamification at Work: diseño de software empresarial atractivo*. Aarhus, Dinamarca: La interaction Design foundation.

Marczewski, A. (2013). *Gamification: A Simple Introduction & a Bit More*. New York: Amazon Digital Services LLC.

Marczewski, A. (2017). *Marczewski's Core Principles of Gamification*. CreateSpace Independent Publishing Platform.

Minovic, M., García-Peñalvo, F., & Kearney, N. (2016). Gamification ecosystems in enginnering education. *International Journal of Enginnering Education* 32 (1B), 308-309.

Montesori, M. (2004). *El niño. El secreto de la infancia*. Mexico: Diana.

Mora, A., Riera, D., González, C., & Amedo-Moreno, J. (2015). A literature review of gamification desing frameworks. *7ma Conferencia Internacional de Juegos y Mundos Virtuales para Aplicaciones Serias (VS-Games)*, (págs. 1-8). Skövde. doi:10.1109 / VS-GAMES.2015.7295760

Nelson, M. J. (2012). Soviet and American Precursosrs to the Gamification of Work. En MindTrek (Ed.), *Mindtrek 2012 procedimiento de la 16 Conferencia Académica Internacional MindRrek* (págs. 23-26). Tampere, Finlandia: ACM Inc. doi:10.1145/2392122.2393138

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation*. New York: john Wiley and Sons.

Pernil, P., & Vergara, J. (2002). *Historia de a Educación (Edad antigua, Media y Moderna)*. Barcelona, España: UNED-Universidad Nacional de Educación A Distancia.

Piaget, J. (2016). *La formación del símbolo en el niño*. México: Fondo de Cultura Económica.

Piaget, J., & Inhelder, B. (2015). *Psicología del niño*. Madrid: Morata.

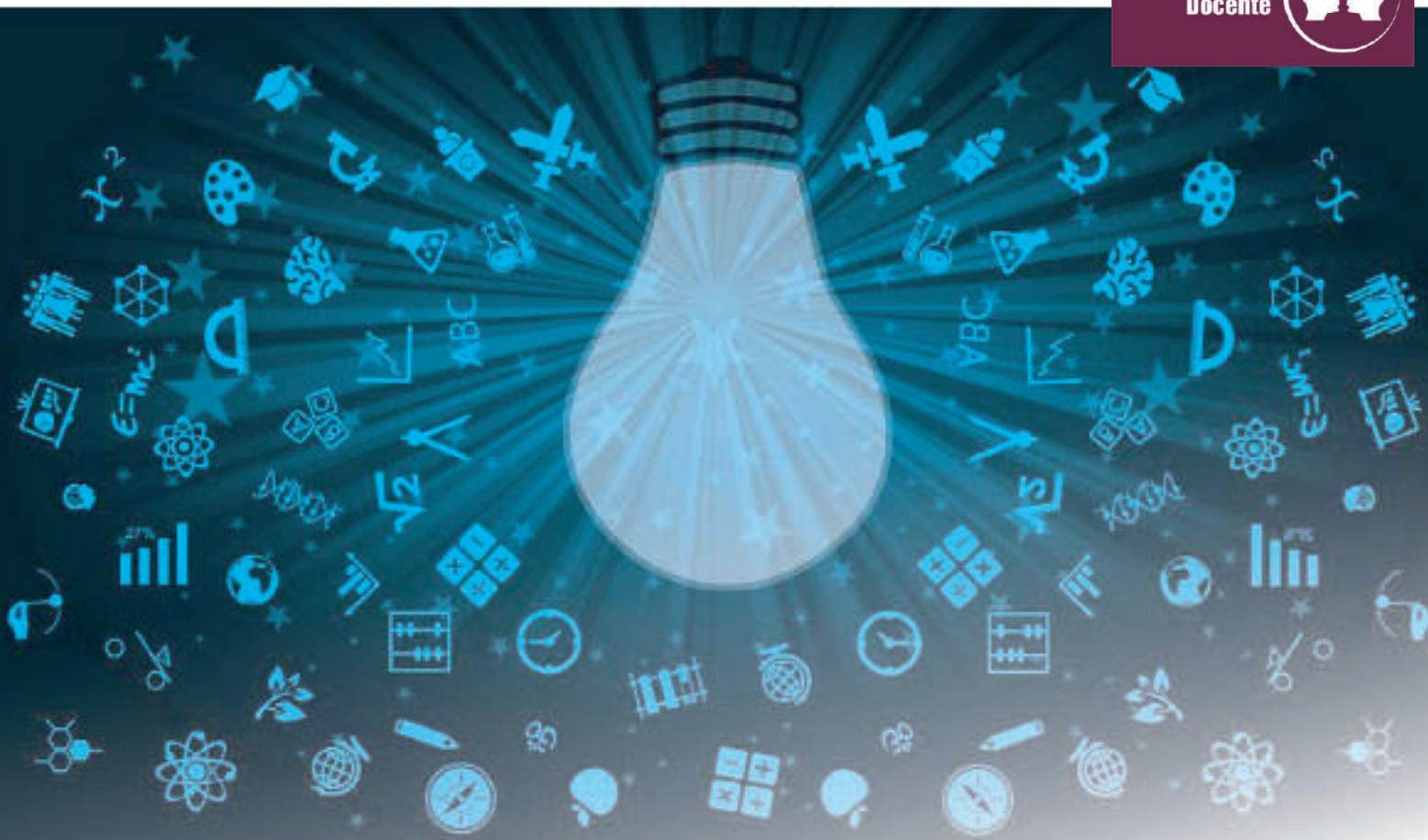
Platón. (1999). *Diálogos, Leyes libros I-VI, 642d/644a*. Madrid, España: Gredos.

Ramirez, J. I. (2014). *Gamificación*. Ciudad de México: Alfaomega.

Rivero, P. (2017). Procesos de gamificación en el aula de ciencias sociales. *Didáctica de las Ciencias Sociales No. 86*, 4-6.

Vigotsky, L. (2009). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Critica.

Wertsch, J. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidos Iberica.



Relaciones entre innovación educativa e investigación educativa en el IPN

*Alma Yereli Soto Lazcano**, *Liliana Suárez Téllez*** y *María de la Luz Huerta Ramírez****

*Escuela Superior de Comercio y Administración UST, **Coordinación General de Formación e Innovación Educativa, ***CECYT 11 Instituto Politécnico Nacional

El objetivo es analizar el abordaje de las investigaciones educativas realizadas durante el periodo 2005-2015 en el Instituto Politécnico Nacional y, a partir de éstas, su relación con la innovación educativa. El estudio fue cuantitativo de alcance exploratorio, se realizó observación directa en una muestra no probabilística compuesta por 462 documentos obtenidos de repositorios institucionales y bases de datos científicas. Se realizó análisis semántico y de contenido sobre 1,833 estudios, se utilizaron el método de conteo por casos y el fraccional con apoyo de Atlas.ti® y Excel®. Los resultados obtenidos permitieron describir las relaciones entre ambos conceptos, investigación e innovación, en función del objeto de conocimiento abordado en las investigaciones, así como los contextos, tipos y ámbitos de innovación educativa identificados en las mismas.

Introducción

Las instituciones de educación superior (IES) tienen entre sus funciones sustantivas a la investigación. Si bien el Instituto Politécnico Nacional (IPN) tiene amplia experiencia en este campo, el desarrollo de la investigación educativa es una práctica recientemente reconocida en la Institución. Los estudios sobre el fenómeno educativo en el IPN aún son insuficientes, pues como lo indicó Lozoya (2011), para el año 2010 sólo el 1% de los desarrollados en el IPN pueden ser considerados como investigación educativa.

Un antecedente de investigación sobre la investigación educativa en el IPN, fue el proyecto denominado “El estado del Arte de la Investigación Educativa en el Nivel Medio Superior del IPN: 2005-2011” (Huerta, 2011), que muestra que en las 16 unidades académicas de Nivel Medio Superior (NMS) se generaron, durante el periodo citado, un total de 271 investigaciones distribuidas como se muestra a continuación (cuadro1):

A partir de los datos proporcionados puede considerarse insuficiente el número de investigaciones realizadas en el NMS, sin embargo, son una base para dimensionar el grado de participación.

Considerando la clasificación de los objetos de estudio identificados en los proyectos, se establecieron las siguientes categorías (Huerta, 2011): Proyecto aula, uso de las TIC y aprendizaje en línea; seguimiento y evaluación, planeación y organización didáctica, Modelo Educativo Institucional, investigación, factores del rendimiento académico de los estudiantes, estrategias de aprendizaje y enseñanza, formación y práctica docente, aprendizaje significativo, diseño curricular, desarrollo de competencias y perfil de egreso, deserción, análisis de las características del estudiante, elaboración de material didáctico, manual o libro y otros temas varios.

Considerando el interés y preocupaciones de los investigadores educativos, los temas más destacables fueron: uso de las TIC y aprendizaje en línea (14%), planeación y organización didáctica (11%), estrategias de aprendizaje y enseñanza (10%), desarrollo de competencias y perfil de egreso (7.5%), características del estudiante (7%); el porcentaje restante se distribuyó sin mayor significatividad entre las categorías restantes (Huerta, 2011).

Respecto a las innovaciones en el IPN, también se han realizado grandes aportaciones en diversos campos

Unidad Académica	Proyectos de investigación 2005-2010							Total	Porcentaje
	2005	2006	2007	2008	2009	2010			
CECYT 1 GVV	5	0	7	6	6	6	30	11%	
CECYT 2 MBP	5	4	2	7	3	3	24	9%	
CECYT 3 ERR	2	0	0	0	3	0	5	2%	
CECYT 4 LCR	0	9	1	1	2	1	14	5%	
CECYT 5 BJG	0	0	0	1	1	4	6	2%	
CECYT 6 MOM	3	9	1	3	2	4	22	8%	
CECYT 7 CUA	8	14	8	8	6	10	54	20%	
CECYT 8 NBJ	0	0	1	1	2	3	7	3%	
CECYT 9 JDB	1	0	1	3	0	1	6	2%	
CECYT 10 GVM	0	0	2	1	1	4	8	3%	
CECYT 11 WMP	2	7	8	3	4	2	26	10%	
CECYT 12 JMM	0	0	0	0	0	0	0	0	
CECYT 13 RFM	4	2	2	4	3	7	22	8%	
CECYT 14 LEE	6	0	2	3	6	3	20	7%	
CECYT 15 DAE	1	0	1	1	1	1	5	2%	
CEI 1 WCB	3	4	3	2	5	5	22	8%	
TOTAL	40	49	39	44	45	54	271	100%	

Fuente: Elaboración con base en Huerta (2011). Se puede observar la cantidad de proyectos desarrollados por unidad académica y año

Cuadro1. proyectos de investigación educativa desarrollada en el NMS del IPN durante el periodo 2005-2011

disciplinarias, pero en el caso concreto de las educativas, hay escasa documentación sobre éstas. En el año 2012 se realizó un estudio exploratorio denominado “La innovación educativa en los procesos de gestión y planeación educativa en el IPN, del 2004 – 2012” (Arellano, 2013), en el que se obtuvo información de todas las unidades académicas de NMS y Nivel Superior (NS) del IPN, tomando como informantes clave a los jefes de departamento de investigación e innovación y a los autores o coordinadores de los proyectos innovadores. Entre sus principales hallazgos se encontró que en el NMS se desarrollaron 150 experiencias y 163 en el NS (ver figuras 1 y 2).

En el diagnóstico antes mencionado, se manifestó que el 50% de los proyectos innovadores habían caído en desuso por falta de apoyo, o porque eran resultado de esfuerzos individuales. Si bien una de las conclusiones de este estudio resaltó la escasez de la información, resultó evidente que las experiencias innovadoras no son habitualmente documentadas en el IPN. No obstante, se apreció el interés por rastrear la información y se logró rescatar la experiencia sobre la innovación educativa a partir de la participación de los docentes involucrados en ésta.

Es ineludible la generación de más estudios sobre innovación educativa y documentar las experiencias o mejores prácticas en el IPN, sin embargo, se debe fortalecer y

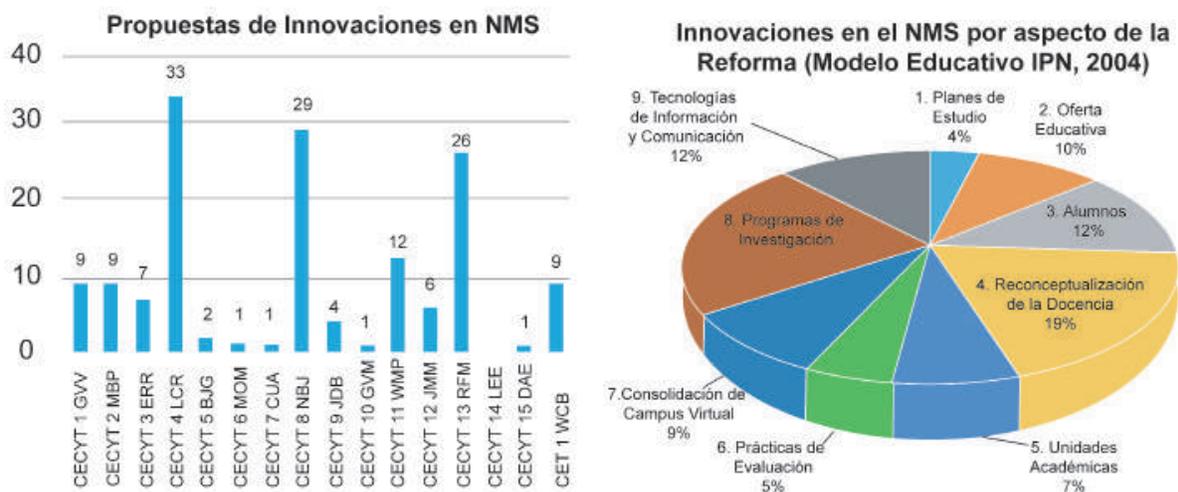


Figura 1. Propuesta de Innovación en el NMS del IPN durante el periodo 2004-2012

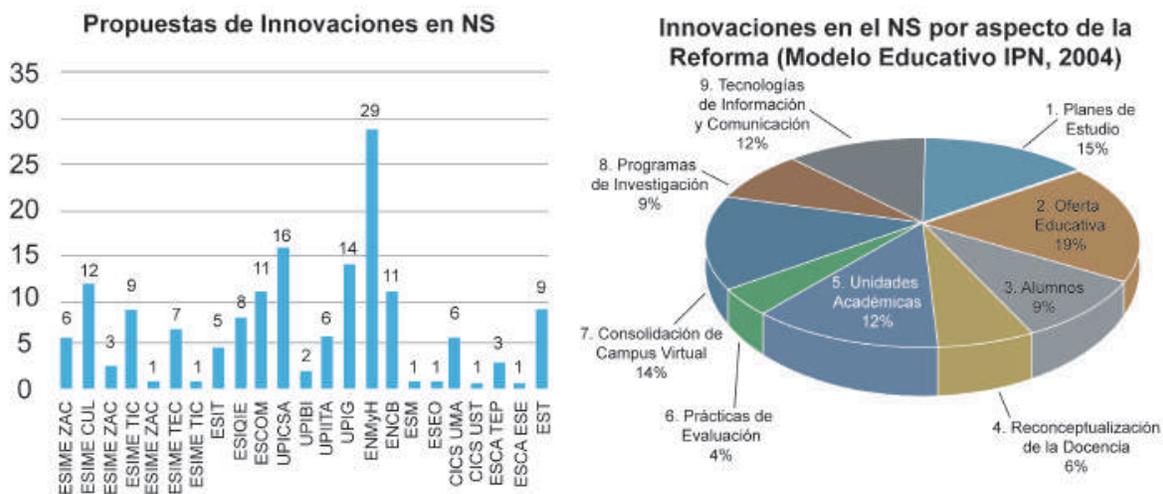


Figura 2. Propuesta de Innovación en el NS del IPN durante el periodo 2004-2012

Fuente: elaboración con base en Arellano (2013)

fomentar de manera simultánea a la investigación educativa. Esto se puede lograr formando a los cuerpos colegiados que atenderán estos temas con carácter especializado.

Como una estrategia para atender esta necesidad, la Coordinación General de Formación e Innovación Educativa (CGFIE) del IPN impulsó a un grupo de académicos que desde el año 2010, trabajaron para conformar la Red de Innovación e Investigación Educativas del IPN. Esta red temática logró su registro oficial hasta el año 2015 ante la Dirección de Educación Superior y los objetos de conocimiento que la congregan, se refieren a la innovación y la investigación en el campo educativo. A partir de ello fue necesario generar un estudio exploratorio, que diera cuenta de los abordajes realizados sobre estos temas por la comunidad politécnica. El objetivo de este documento es describir los objetos de conocimiento identificados en las investigaciones educativas realizadas en el IPN durante el periodo 2005- 2015, así como los ámbitos de innovación educativa donde se enfocan dichos estudios.

Aproximaciones a la innovación y la investigación sobre educación en el IPN

El esfuerzo por construir un marco de referencia institucional para el desarrollo de la investigación educativa, así como de la innovación educativa en el IPN, data del año 2004, cuando se instauró en la estructura administrativa el Centro de Formación e Innovación Educativa (CFIE)¹. Con este hecho no se pretende afirmar que en el pasado no se generara innovación o investigación en el campo educativo al interior del IPN, sino que, a partir de la reforma educativa del Instituto emprendida en el año 2000 y oficializada en el 2004, se hizo evidente la necesidad de construir e instrumentar un marco de referencia apegado a la nueva realidad institucional. Las revisiones de las fuentes documentales del IPN permiten afirmar que existieron orientaciones al respecto.

Se encontró el documento denominado “Propuesta de lineamientos para la formulación del modelo de investigación educativa del Instituto Politécnico Nacional” (IPN, 2006), en el que se describe de manera general la situación de la investigación educativa en el IPN, las perspectivas, alcances e impacto, los elementos estructurales y aspectos funcionales del modelo; las políticas, estrategias y acciones, así como las líneas de investigación educativa propuestas. Sin embargo, no se menciona cómo se concibe a la investigación educativa.

En los materiales para la reforma (IPN, 2004c) se destaca la importancia de la investigación para el desarrollo del Modelo Educativo Institucional (MEI) como una función sustantiva de la educación superior, [que] tiene el deber de promover los estudios de posgrado, fo-

mentar y reforzar la innovación en los programas, sustentando sus orientaciones de largo plazo en las necesidades sociales y culturales. Para esto, se deben promover de manera armónica la investigación básica, aplicada y el desarrollo experimental (p. 17).

En este sentido, no existe una concepción formal de la investigación educativa, y al igual que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en el IPN se consideró a la educación como uno de los campos donde se puede desarrollar investigación. Así, en el contexto institucional hay cuatro perspectivas de aproximación:

a. La primera considera a la investigación como parte integrante del MEI y del currículo de los diferentes programas académicos que ofrece el IPN. Se convirtió en un eje fundamental para la implementación del MEI y la formación integral de los estudiantes. A partir de la reforma se incorporó e impulsó de manera transversal en todos los niveles educativos (IPN 2004b, p. 81).

b. La segunda relaciona la investigación con el MIS para lograr el desarrollo sustentable del país y la construcción de una sociedad del conocimiento. Se pretendía contribuir desde la reforma educativa al mejoramiento de las tareas institucionales y al desarrollo de la nación (IPN 2004b, p. 82).

c. Desde la tercera configuración se propicia el desarrollo institucional a través de la investigación educativa y organizacional, al realizar estudios sobre los propios procesos, análisis para la trayectoria y prospectiva del cambio y mejora del IPN. Y atendiendo las particularidades desde la planeación estratégica, se genera conocimiento interno para contar con las bases de la reforma académica (IPN, 2004b, p. 80, 83).

d. Tanto el MEI como el MIS fueron la base para sustentar los principios, planes y actividades de las funciones de investigación y docencia (IPN, 2004b, p. 43). En este sentido, la cuarta configuración destaca la necesidad de desarrollar investigación para la formación de profesores. Además se impulsó la integración de cuerpos académicos o colegiados y grupos de investigación, que conlleva un acercamiento entre el profesorado y los investigadores (IPN, 2004b, p. 80).

Un aspecto sobresaliente en el contexto institucional es la necesidad de desarrollar un modelo de investigación basado en redes de cooperación, que fomente la gestión del conocimiento a nivel nacional e internacional (IPN, 2004b; 2004c). Respecto a la innovación, en el IPN ha predominado la concepción científica y tecnológica, y desde el MIS se aborda también en el ámbito empresarial. Por su parte, desde el campo de la investigación aplicada y experimental y en el posgrado, la innovación se dirige a una nueva concepción de la relación con los sectores social y productivo (IPN, 2004b).

De manera más específica, se encontró el documento denominado “Modelo de Innovación Educativa para el IPN. Estrategias y acciones para generar la Innovación Educativa” (IPN, 2005), en el que se describe el marco de referencia contextual, conceptual y teórico de la innovación educativa, así como el modelo propuesto que se compone de criterios, fases, figuras, cultura de la innovación, estrategias y acciones para generarla. En este documento se realizó un análisis conceptual del término y proporciona una aproximación más formal a su definición, donde se establece que la innovación educativa es (IPN, 2005).

Un cambio con mejora, con respecto a un objetivo previamente determinado, es el elemento común, aunque el cambio se puede referir a una idea, un material, una práctica, un contenido, alguna metodología, un patrón cultural, una relación entre las personas o instancias que participan en el hecho educativo, la forma de aplicar una norma, un procedimiento administrativo, un artefacto organizacional o una creencia o valor, sin ánimo de ser exhaustivos, pues hay una gran diversidad de experiencias que pueden ostentar el título de innovación educativa. (p. 31)

El MEI ha sido fundamentalmente estratégico para asumir la cultura del cambio en el IPN (2004a), donde la innovación se convirtió en la actividad impulsora de la reforma educativa.

Tres relaciones entre innovación educativa e investigación educativa

Porfirio Morán Oviedo compila en el libro *Docencia e investigación en el aula. Una relación imprescindible* (2015). En el capítulo que escribe, argumenta que los cambios académicos de toda institución educativa pasan necesariamente por el fortalecimiento de la docencia, y señala que, si la nueva pedagogía debe orientar a los jóvenes al desarrollo de capacidades y destrezas creativas, a la selección de información y a la habilidad para formular preguntas y encontrar respuestas más apropiadas, los profesores deben contar con estas habilidades investigativas como un elemento necesario para organizar ambientes de aprendizaje para que sus estudiantes las desarrollen.

En el documento rector del proyecto de Formación de una cultura de la innovación realizado en el IPN durante el periodo de 2007 a 2011 (IPN, 2005; Suárez, Ortega, Ramírez y Torres, 2016), y sustentado en el Modelo de Innovación Educativa (MIE), se explican tres relaciones entre la innovación y la investigación: 1) se innova tomando en cuenta la investigación educativa, 2) se investigan los procesos de innovación para generar cono-

cimiento y 3) se investiga el impacto que produce una innovación educativa. Diversas son las fuentes de las innovaciones, pero ¿qué motiva a hacer transformaciones en la práctica educativa? Los especialistas sustentan que un motivo pueden ser las reformas educativas, porque señalan prácticas que es preciso cambiar para mejorar el desempeño de las funciones sustantivas en las instituciones educativas. Sin embargo, el diseño de las reformas educativas debe contar con una base de investigación educativa y también se innova tomando en cuenta los resultados de la misma.

Randy y Corno (en IPN, 2005) identifican cinco líneas de investigación relacionadas con los procesos de innovación: la instrumentación e institucionalización de las prácticas innovadoras, la difusión de las innovaciones como una estrategia de cambio del profesor, la instrumentación del currículo, el conocimiento y el aprendizaje del profesor y la formación para la investigación. El conocimiento generado por la investigación de los procesos de innovación es útil porque identifica los aspectos que impulsan o restringen la innovación, unos y otros importantes para orientar proyectos de innovación educativa viables. Así, la investigación de los procesos de innovación genera un conocimiento específico.

De acuerdo con Ramírez, Suárez y Ortega (2008), “La innovación constituye la solución verificable mediante indicadores adecuados a un problema bien definido.” (p.2). La innovación educativa considera una situación actual y una situación futura, cuando el cambio se haya interiorizado por las personas e institucionalizado en la organización escolar. Para documentar la innovación es necesario definir indicadores que garanticen la mejora del hecho educativo. Se investiga el impacto que produce la instauración de una innovación educativa.

Contextos, tipología y ámbitos de la innovación educativa

La correspondencia entre investigación e innovación tradicionalmente se ha determinado a través de la relación entre investigación y práctica, y al menos cinco modelos tradicionales y uno combinado (Burkhardt y Schoenfeld, 2003; Willinsky, 2001, en Escudero y Correa, 2006), no han demostrado el impacto sustancial de la investigación en la práctica educativa. Esto se puede deber a que todos parten de planteamientos similares: el investigador es quien exclusivamente genera el conocimiento, el docente consume los resultados de investigación y el administrador o político, quien toma las decisiones, en el mejor de los casos funge como mediador (Escudero y Correa, 2006). Desde el MIE (IPN, 2005) se ubican distintas figuras, pues vista a la innovación como el conjunto de personas e instituciones relacionadas por el papel

que desempeñan en la misma, se pueden implicar roles como promotores, participantes, asesores-investigadores y observadores de la innovación. Así se conforma una red responsable (IPN, 2005), donde los espacios y todas las personas implicadas son fundamentales para entender y concretar una innovación educativa.

Para Rosales (2012), los contextos de la innovación educativa son el aula, el centro escolar, la administración, la comunidad e incluso los protagonistas, que pueden ser las personas e instituciones que proyectan y ponen en práctica la innovación. Por otro lado, ámbito se define como el espacio y conjunto de personas o cosas en que se desarrolla algo o alguien (Oxford University Press, 2017). Desde esta perspectiva, se pueden acotar los ámbitos de la innovación educativa a los espacios concretos donde se desarrollan las innovaciones y a las personas involucradas en prácticas o procesos de cambio educativo.

Barraza (2005) realizó una distinción general de los ámbitos donde se realizan cambios educativos (adaptada de Pedró y Puig, 1999 según IPN, 2005). A través de las reformas educativas, los ámbitos donde se pueden concretar los cambios son el gobierno y la administración del sistema escolar (en su conjunto o de las escuelas), en la organización y la estructuración en niveles, etapas o ciclos del sistema escolar; la financiación del sistema escolar y en el currículo (decisiones sobre su contenido y cómo evaluar su desarrollo en general), la formación, selección y evaluación del profesor, así como en la evaluación del sistema educativo (Barraza, 2005, p.25).

En el caso de las innovaciones educativas, éstas se pueden llevar a cabo para introducir nuevas tareas o con-

tenidos curriculares, para utilizar nuevos materiales o tecnologías curriculares, al aplicar nuevos enfoques y estrategias en el proceso educativo (enseñanza y aprendizaje) o en el cambio de creencias y postulados pedagógicos de los actores educativos (Barraza, 2005, p.25). Por su parte, Ríos y Reinoso (2008) establecen cinco criterios que permiten distinguir una innovación, y a partir de éstos, establecen una tipología (cuadro 2):

Otro modelo es el integrado por Rivas (2000) que denomina tipología multidimensional de la innovación educativa, debido a que combina cuatro dimensiones:

a). Componentes de la institución o del sistema educativo: cuando la innovación afecta los objetivos, sectores curriculares, métodos didácticos, estructuras organizativas, roles, tipos empíricos de innovación.

b). Intensidad: marginales, adicionales, nucleares o fundamentales.

c). Naturaleza de la innovación educativa: cuando puede producirse por modo de eliminación, adición, sustitución, alteración o reestructuración.

d). Extensión de la innovación: puede abarcar una unidad escolar, un área educativa o sector del currículo, todo un ciclo didáctico, toda la institución escolar, un conjunto determinado de centros docentes o a la totalidad de los que integran al sistema educativo.

En el cuadro 3, se presentan los modelos que permitirán identificar los contextos de cambio y los ámbitos de innovación educativa donde se enfocan las investigaciones analizadas en el apartado de resultados:

Diseño metodológico

La investigación realizada fue de enfoque cuantitativo

Criterios	Innovación pedagógica	Innovación escolar	Innovación socioeducativa
Espacio en que se desarrolla	sala de clases	escuela	comunidad
Ámbito innovado	práctica pedagógica	procesos institucionales	procesos sociales
Promotor	profesor	directivos y profesores	agentes sociales
Finalidad	Mejorar aprendizajes de los estudiantes y mejorar aspectos de la práctica pedagógica de los docentes (relación con los alumnos, evaluación, metodologías, etc.)	Mejorar aprendizajes de los alumnos, mejorar procesos institucionales (participación y compromiso de los actores educativos, clima, liderazgo, identidad, etc.)	Promover la formación de los agentes sociales y mejorar los aprendizajes de los estudiantes.
Participantes y/o usuarios	profesor y estudiantes	directivos, profesores, alumnos, padres, apoderados y otros agentes sociales	padres, apoderados, agentes sociales, profesores, alumnos

Cuadro 2. Tipos de innovación educativa

Fuente: Elaboración con base en Ríos y Reinoso (2008, p. 33).

Prácticas de innovación educativa en ámbitos	Áreas de la innovación	Dimensiones: componentes del sistema e intensidad de la innovación	Propuestas para la innovación en educación superior
Barraza (2005, p.23)	Blanco y Messina (2000, p. 37-39)	Rivas (2000, p. 63)	ANUIES (2004, p. 27-141)
<p>1. Institucional. Prácticas políticas: negociación del conflicto y toma de decisiones. Prácticas administrativas: planeación, dirección, organización, comunicación y evaluación.</p> <p>2. Curricular. Prácticas de elaboración de diagnósticos: definición de modelos y construcción de estrategias de recolección de la información. Prácticas de estructuración curricular: definición de modelos y enfoques. Prácticas de evaluación curricular: definición de modelos y construcción de estrategias de recolección de la información.</p> <p>3. Didáctica. Prácticas de planeación didáctica: elaboración de registros, construcción de modelos y definición de procesos. Prácticas de intervención didáctica: construcción de estrategias didácticas y medios para la enseñanza. Prácticas de evaluación de los aprendizajes: diseño de instrumentos y construcción de estrategias.</p>	<p>1. Políticas educativas y reordenación del sistema educativo: procesos de reforma globales de nivel nacional, estadual o provincial, o reformas parciales referidas a un nivel educativo; programas compensatorios; modalidades de oferta educativa en educación inicial, especial y secundaria.</p> <p>2. Gestión: matrícula, financiamiento, sistemas de información, medición de la calidad y articulación interinstitucional.</p> <p>3. Currículum: metodología de carácter general; didácticas específicas en diferentes áreas curriculares, y materiales didácticos</p> <p>4. Propuestas educativas para asegurar la igualdad de oportunidades de aprendizaje: propuestas pedagógicas dirigidas a reducir la repetición y el abandono escolar, o de refuerzo pedagógico; programas de atención a la diversidad social, cultural e individual</p> <p>5. Formación docente: inicial y en servicio</p> <p>6. Autonomía escolar: innovaciones centradas sólo en la autogestión y administración de recursos; innovaciones referidas a la autonomía de decisiones pedagógicas y de mejoramiento de la calidad educativa (proyectos pedagógicos, o de mejora educativa); innovaciones que impliquen autonomía en la toma de decisiones en ambos aspectos (proyectos educativos institucionales).</p> <p>7. Medios y nuevas tecnologías de comunicación e información: programas que usan la computación y los medios de comunicación como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje o formación de maestros: informática, radio, televisión, periódico.</p> <p>8. Relaciones escuela-comunidad: educación comunitaria, y la participación de la comunidad y sociedad civil; proyectos educativos institucionales y propuestas de atención a la diversidad, y la participación de los padres y de la comunidad.</p>	<p>1. Innovaciones marginales: Innovaciones en la disposición de los espacios escolares. Innovaciones en la periodización del tiempo escolar. Innovaciones en el uso de los instrumentos pedagógicos</p> <p>2. Innovaciones adicionales: Innovaciones en los contenidos curriculares. Innovaciones en los métodos, estrategias pedagógicas y acciones docentes. Innovaciones en actividades de aprendizaje y procesos discentes.</p> <p>3. Innovaciones nucleares: Innovaciones de los roles y las relaciones. Innovaciones de los objetivos específicos. Innovaciones de los valores y los fines.</p>	<p>1. Planes y programas de estudio: Formación integral, flexibilidad, fundamentación diagnóstica de las propuestas curriculares y criterios orientadores para la innovación de planes y programas</p> <p>2. Proceso educativo: proceso de aprendizaje, proceso de enseñanza, formación docente para el aprendizaje y recursos y materiales de aprendizaje</p> <p>3. Uso de tecnologías de información y comunicación: Red educativa, red administrativa, red de investigación, red de cooperación e intercambio, red de vinculación social, servicios universitarios apoyados por tecnología.</p> <p>4. Modalidades alternativas para el aprendizaje: Fundamentos filosóficos, paradigma educativo, modelos de organización, modalidades, procesos de enseñanza y aprendizaje, criterios orientadores</p> <p>5. Gobierno, dirección y gestión: retos y desafíos.</p>

Cuadro 3. Modelo sobre ámbitos, prácticas y áreas de la innovación educativa

Fuente: Elaboración con base en Blanco y Messina (2000), Rivas (2000), ANUIES (2004) y Barraza (2005)

y de alcance exploratorio. Se conformó una muestra no probabilística por conveniencia, compuesta por 462 documentos en los que se realizó observación directa. Los documentos se agruparon de la siguiente forma: 11 registros de proyectos de investigación aprobados por la SIP del IPN, 111 artículos científicos, de divulgación y reseñas; 146 tesis de grado y 194 registros del Número Internacional Normalizado del Libro (ISBN por sus siglas en inglés, *International Standard Book Number*). Esto dio por resultado la identificación de 1.833 estudios (1,382 proyectos desarrollados, 111 artículos, 146 tesis y 194 libros).

Los documentos se obtuvieron de repositorios y bases de datos institucionales (biblioteca central del IPN, Dirección de Investigación de la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN, así como del Instituto Nacional de Derechos de Autor de la Secretaría de Educación Pública), de una base de datos científica (EBSCO®) y de dos buscadores académico-científicos (Scielo® y WorldCat®).

El criterio de búsqueda se definió con dos datos: a) el nombre de los investigadores que hayan desarrollado un proyecto de investigación educativa con registro SIP del IPN y b) el año del registro del proyecto o de la publicación, que debió estar comprendido en el periodo 2005-2015. Posteriormente se aplicó el criterio de selección de los documentos, que fue el tema relacionado con el campo educativo, descartando así investigaciones en otros temas y disciplinas.

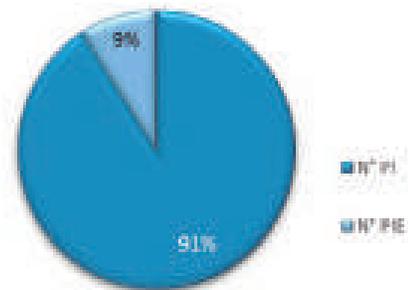
Para la cuantificación del análisis se aplicaron dos métodos: el conteo por casos y el fraccional. Las principales variables identificadas fueron las siguientes: nombre y género de los investigadores, escuelas, centros y unidades (ECU) de adscripción, área de conocimiento, tipo de documento publicado, año de registro o publicación, objeto de conocimiento abordado en la investiga-

ción; asimismo contextos, tipos y ámbitos donde se ubica la innovación educativa estudiada.

El método de conteo se aplicó para ordenar los datos a partir de las repeticiones, otorgando un punto a cada variable por frecuencia de aparición. Sin embargo, se utilizó el método fraccional para superar las limitaciones del método anterior, porque en la autoría colectiva aumentaba el número de las publicaciones —una fuente podía contabilizarse más de dos veces—, de esta forma se asignó de manera objetiva un criterio de valor real. Para identificar los objetos de conocimiento y los ámbitos de innovación abordados en los estudios, se aplicó el análisis semántico y de contenido con apoyo de Atlas. ti® y Excel®.

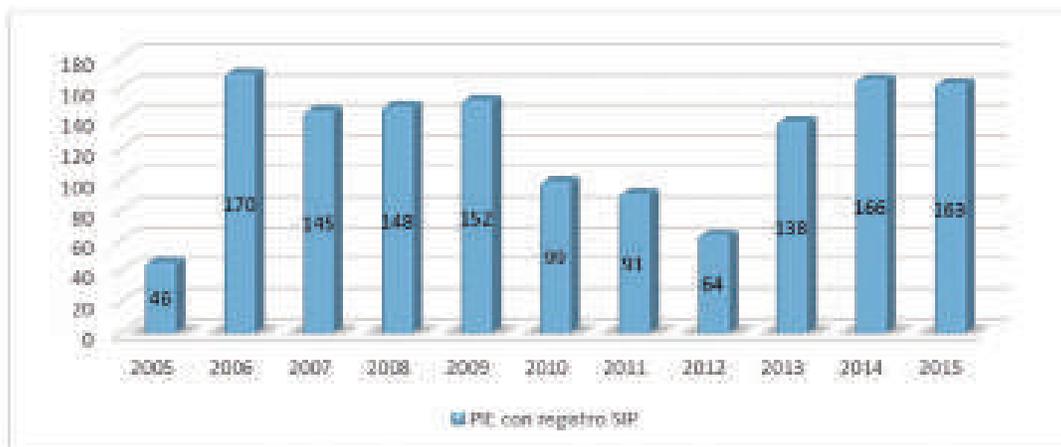
Resultados

A partir de los datos reportados por la Dirección de Investigación de la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) del IPN, entre los años 2005 y 2015 se aprobaron 13,984 proyectos de investigación, de los cuáles, 1,382 están relacionados con la educación. Es decir, la investigación educativa representa sólo el 9% del total de proyectos desarrollados en un periodo de 11 años (figura 3).



Fuente: elaboración propia

Figura 3 Proyectos de Investigación (PI) aprobados por la SIP en el periodo 2005-2015



Fuente: elaboración propia

Figura 4. PIE aprobados por la SIP en el periodo 2005-2015

De acuerdo con el registro de aprobación por año, los proyectos de Investigación Educativa (PIE) se encontraron distribuidos de la siguiente forma (figura 4) :

En la gráfica anterior se puede observar que el año 2005 es el de menor número de PIE aprobados. Por otra parte, el año 2006 ha sido el de mayor productividad en el periodo, alcanzando los 170 proyectos. En los años 2007, 2008 y 2009 se mantuvo un promedio de 148 PIE aprobados. Posteriormente, se presentó una disminución importante en tres años consecutivos (2010, 2011 y 2012). En los últimos tres años aumentó el número de PIE aprobados por la SIP, logrando una recuperación que llegó al registro de 163 proyectos en el año 2015.

Tras realizar el análisis de la participación por ECU del IPN (ver cuadro 2), se encontró que las unidades académicas de nivel superior y posgrado son las que más

registros de PIE presentan, después las de nivel medio superior, los centros de investigación, administración central, el decanato y los centros de educación continua.

De acuerdo con los registros realizados por las ECU del IPN, el área de ingenierías y físico-matemáticas es la que más PIE desarrolló en el periodo, seguida de las ciencias sociales y administrativas, unidades y centros interdisciplinarios, ciencias médico biológicas, administración central y decanato, y los centros de educación continua (ver cuadro 3).

Se identificaron 612 académicos que desarrollaron PIE en el periodo, el 47.3% fueron mujeres y 52.61% varones. En el cuadro 4 se puede observar que la diferencia de la participación entre hombres y mujeres es aproximadamente del 5%, no obstante, es mayor la participación del género masculino (322) que del femenino (290). En

ECU del IPN	PIE	Proporción (%)
Nivel Medio Superior	523	37.84370478
Nivel Superior y Posgrado	562	40.66570188
Centros de Investigación	161	11.64978292
Administración Central	82	5.933429812
Decanato	51	3.690303907
Centros de Educación Continua	3	0.2170767
	1382	100

Fuente: elaboración propia

Cuadro 2. PIE desarrollados por las ECU del IPN.

Área de conocimiento	PIE	Proporción (%)
Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas	575	41.60636758
Ciencias Sociales y Administrativas	320	23.15484805
Ciencias Médico Biológicas	147	10.63675832
Interdisciplinarios	204	14.76121563
Educación continua	3	0.2170767
Administración central y Decanato	133	9.623733719
	1382	100

Fuente: elaboración propia

Cuadro 3. PIE por áreas de conocimiento en el IPN durante el periodo 2005-2015

la siguiente figura se observa que en la administración central (55.1%) y en los centros de educación continua (100%) predomina la participación del género femenino, pues en unidades académicas de nivel medio superior (50.6%), superior y posgrado (52.83%), así como en los centros de investigación (61.9%) y el decanato (60%), el género masculino supera el 50% de la participación.

Al analizar el comportamiento de los investigadores sobre el desarrollo de PIE, se encontró que sólo uno se

mantuvo constante en el periodo, al obtener 11 aprobaciones y 303 investigadores registraron sólo un proyecto en los 11 años analizados (ver figura 6). De esta forma se pudieron identificar a los investigadores educativos consolidados a partir de la recurrencia en el desarrollo de estudios sobre temas educativos.

Cabe destacar que existen casos de académicos que han realizado investigaciones sobre temas educativos de manera circunstancial, pues sólo presentaron un proyecto

ECU del IPN	Mujeres	Proporción (%)	Hombres	Proporción (%)
Unidades de Medio Superior	109	17.81045752	112	18.30065359
Unidades de Nivel Superior	133	21.73202614	149	24.34640523
Centros de Investigación	24	3.921568627	39	6.37254902
Administración Central	16	2.614379085	13	2.124183007
Decanato	6	0.980392157	9	1.470588235
Centros de Educación Continua	2	0.326797386	0	0
Proporción	290	47.38562092	322	52.61437908

Fuente: elaboración propia

Cuadro 4. Participación por género en los PIE del IPN durante el periodo 2005-2015



Fuente: elaboración propia

Figura 5. Participación de investigadores(as) por género y ECU en el desarrollo de PIE en el periodo 2005-2015.



Fuente: elaboración propia

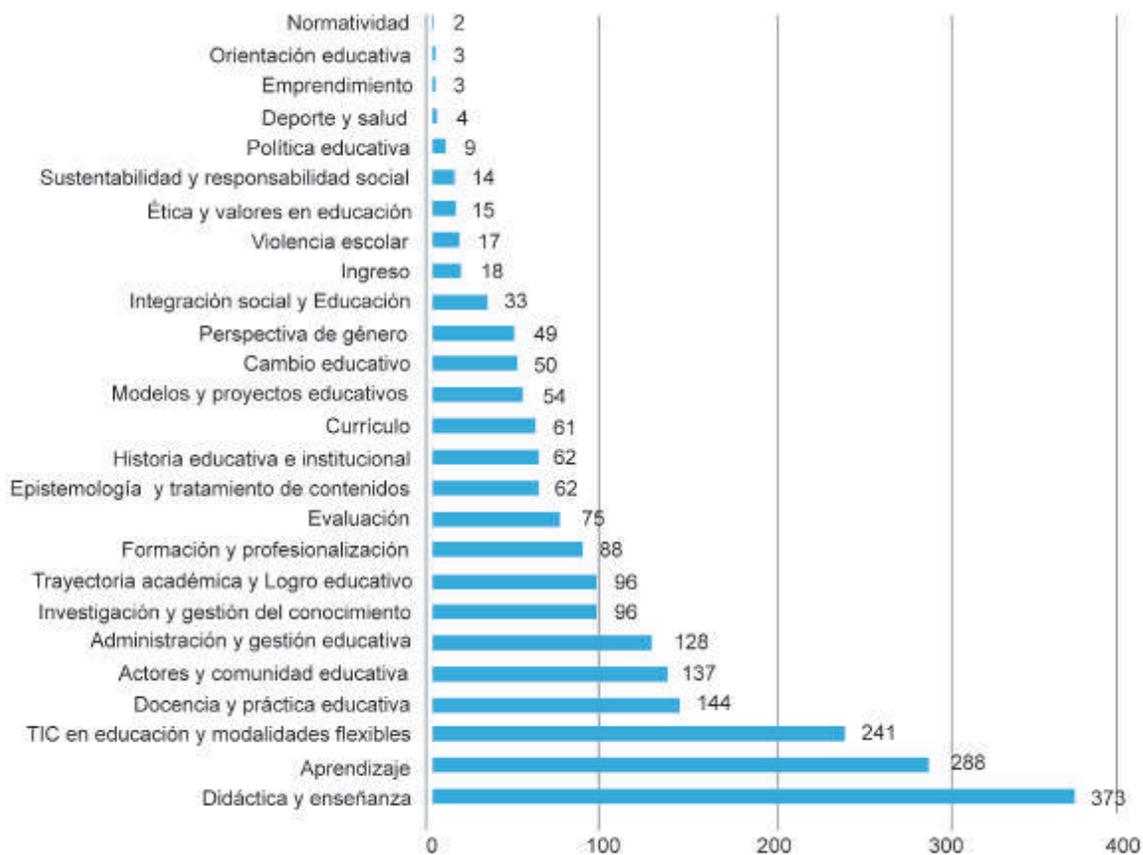
Figura 6. Tendencia en el desarrollo de PIE en el periodo 2005-2015.

en todo el periodo. Otro ejemplo es el de los investigadores que desarrollan estudios en otros temas y Disciplinas, pero se consideró su aportación porque sus objetos de conocimiento estaban delimitados en el campo educativo.

Respecto a los objetos de conocimiento en los que se centraron los proyectos de investigación, los seis más recurrentes que alcanzaron una frecuencia mayor a 100 fueron: didáctica y enseñanza; aprendizaje; Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en educación y modalidades flexibles; docencia y práctica educativa; actores y comunidad educativa, así como administración y ges-

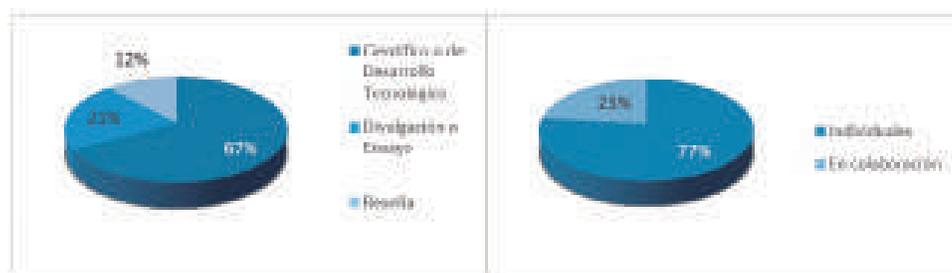
ción educativa (ver figura 7). Por otro lado, se observa que los temas menos abordados, cuya frecuencia fue menor a 10, fueron: política educativa, deporte y salud; emprendimiento; orientación educativa, así como normatividad.

Sobre los productos de investigación referidos a temas educativos (figura 8), se analizaron 111 artículos, 146 tesis y 194 libros, desarrollados en el mismo periodo (2005 a 2015). Se encontraron publicaciones periódicas de tres tipos: artículos científicos o de desarrollo tecnológico (67%), artículos de divulgación o ensayos académicos (21%) y reseñas (12%).



Fuente: elaboración propia

Figura 7. Objeto de conocimiento abordado en los PIE durante el periodo 2005-2015.



Fuente: elaboración propia

Figura 8. Tipos de publicaciones periódicas y modalidades de participación durante el periodo 2005-2015.

La modalidad de participación que predominó en las publicaciones periódicas fue la individual (77%), antes que las colaboraciones (23%). Es importante destacar que sólo se consideraron las colaboraciones entre los mismos investigadores que conformaron la muestra, quedando descartadas las colaboraciones con otros investigadores no educativos y adscritos a otras instituciones.

En la figura 9 se puede observar que, de los 111 artículos identificados, 74 fueron de tipo científico o tecnológico, 24 de divulgación o ensayos académicos y 13 reseñas.

De acuerdo con el año de publicación, se determinó el 2014 como el más productivo y el 2007 como el año en el que menos publicaciones periódicas fueron dadas a conocer por los investigadores educativos (ver figura 10).

Un hallazgo destacable es la creciente tendencia a realizar publicaciones periódicas de tipo científico o de desarrollo tecnológico en el campo educativo (ver figura 11).

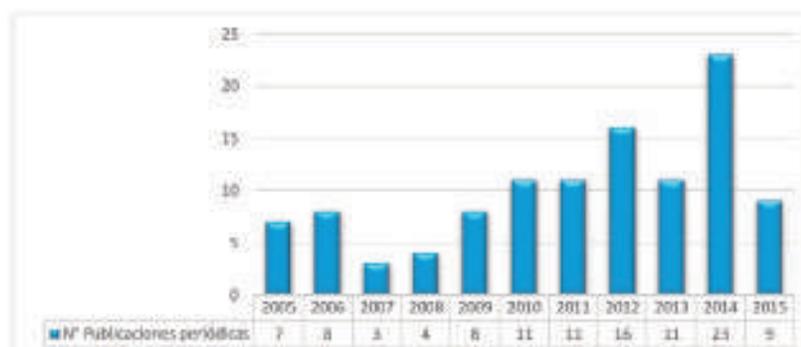
Los objetos de conocimiento abordados en las publicaciones periódicas (ver figura 12) más recurrentes —con una frecuencia mayor a 20— fueron: aprendizaje; epistemología y tratamiento de contenidos; didáctica y enseñanza. Los temas que no fueron abordados en revistas —frecuencia cero— fueron: emprendimiento, ingreso, normatividad y orientación educativa.

Las tesis identificadas se ubicaron en los siguientes niveles educativos (ver figura 13): superior (11%), especialidad (1%), maestría (75%) y doctorado (13%). El tipo de participación que predominó fue la dirección de



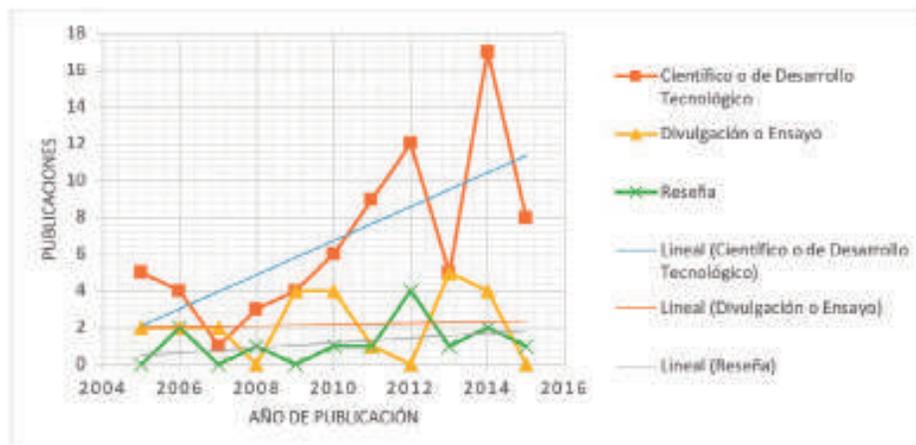
Fuente: elaboración propia

Figura 9. Tipo de publicaciones periódicas identificadas durante el periodo 2005-2015.



Fuente: elaboración propia

Figura 10. Número de publicaciones periódicas realizadas por año en el periodo 2005-2015.



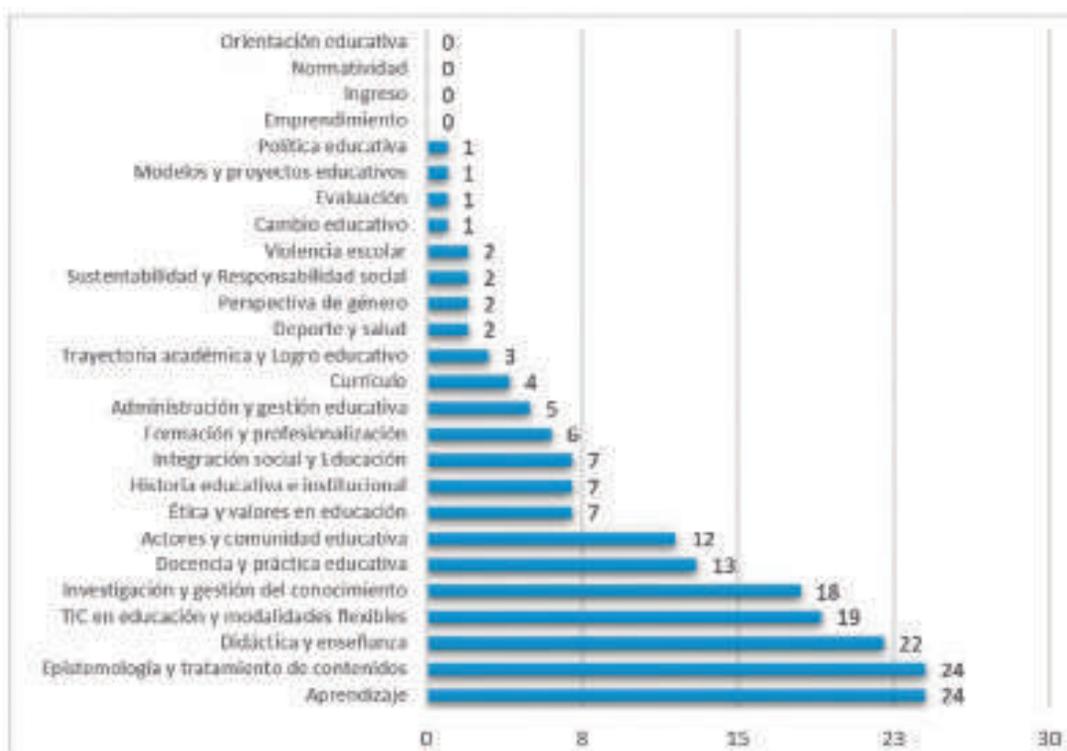
Fuente: elaboración propia

Figura 11. Tendencia de las publicaciones periódicas durante el periodo 2005-2015.

tesis (66%). De las 146 tesis analizadas, 12% son de autoría de los investigadores, en el 3% de ellas confluye el trabajo entre investigadores educativos, sea como autores o directores. En la figura 14 se puede observar que la mayoría de las tesis fueron presentadas para la obtención

de grado de maestría, y gran parte de éstas, fueron dirigidas por los investigadores educativos que conformaron la muestra:

De acuerdo con el año de publicación de las tesis, se determinó el 2013 como el más productivo y los



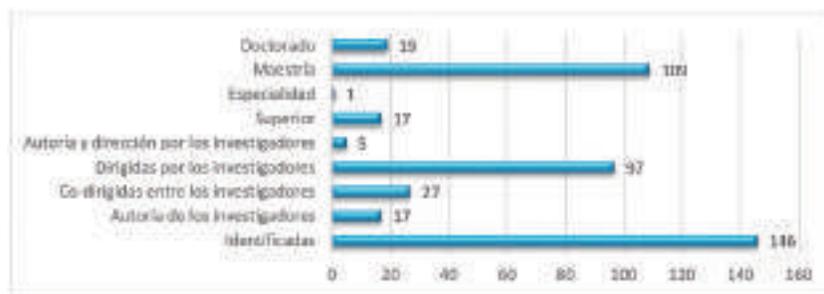
Fuente: elaboración propia

Figura 12. Objeto de conocimiento abordado en artículos publicados de 2005-2015.



Fuente: elaboración propia

Figura 13. Nivel educativo y tipos de participación en tesis durante el periodo 2005-2015.



Fuente: elaboración propia

Figura 14. Número de tesis identificadas durante el periodo 2005-2015.

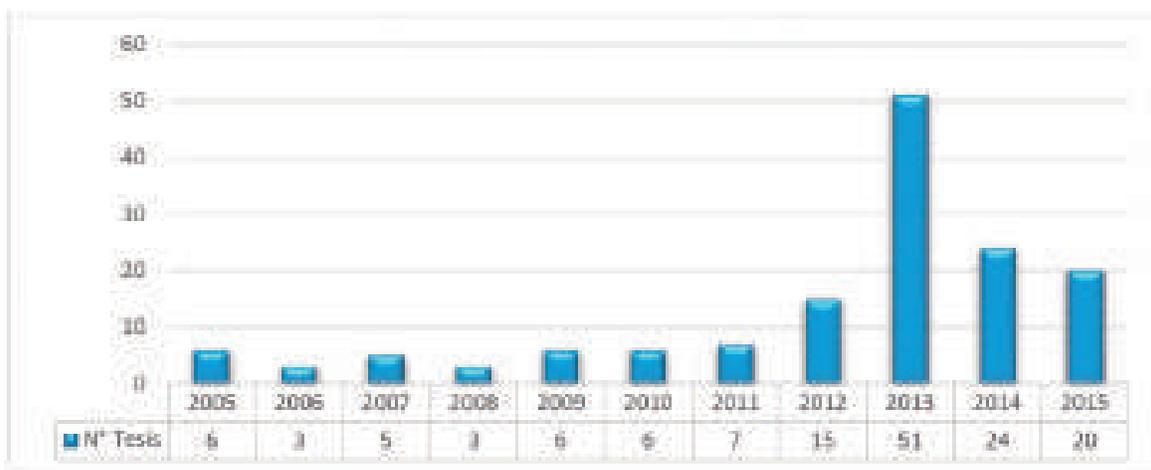
años 2006 y 2008 como los menos fructíferos (ver figura 15):

Es necesario subrayar que algunos investigadores educativos sí se involucraron en la elaboración o dirección de tesis en los años menos productivos, pero no se consideraron en el análisis porque los temas estaban referidos a otros campos de conocimiento diferentes al educativo.

Los objetos de conocimiento más abordados en las tesis —con una frecuencia mayor a 30— fueron: TIC en educación y modalidades flexibles; didáctica y enseñanza. Los temas que no fueron abordados -frecuencia cero-fueron: deporte y salud, emprendimiento, ingreso, orientación educativa, y sustentabilidad y responsabilidad social (ver figura 16).

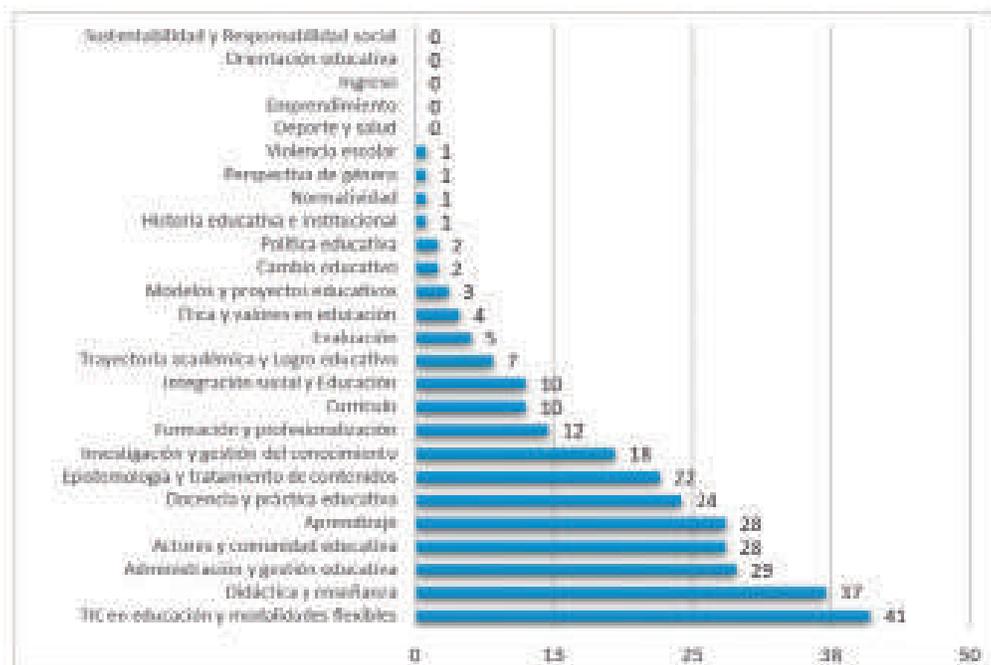
En la publicación de 194 libros (ver figura 17) se encontró que predomina la coautoría (124) antes que la autoría o coordinación (70). En la modalidad de participación se encontró que el 96% de los investigadores realizaron la publicación de libros completos (186), y sólo el 4% de los registros, hacen referencia a capítulos en libros (8). A partir del año de publicación de los libros, se determinó el 2012 como el más productivo, y el 2010 como el año en el que menos libros fueron publicados por los investigadores educativos (ver figura 18).

Los objetos de conocimiento más recurrentes —frecuencia igual o mayor de 80— en los libros publicados fueron: epistemología y tratamiento de contenidos, y didáctica y enseñanza. Se observa que los temas que no



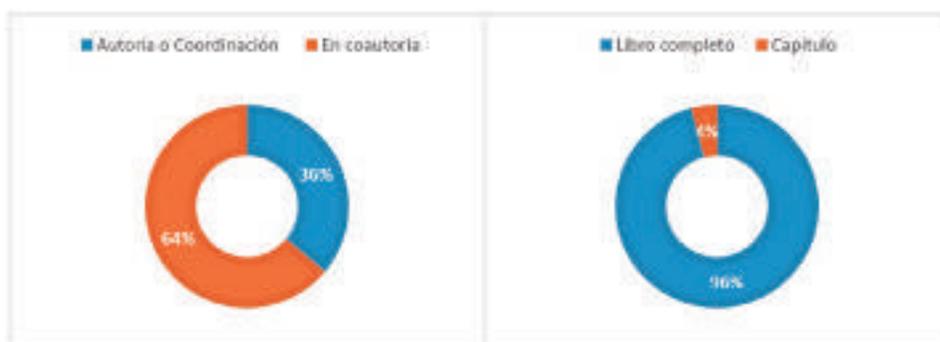
Fuente: elaboración propia

Figura 15. Número de tesis realizadas por año dentro del periodo 2005-2015.



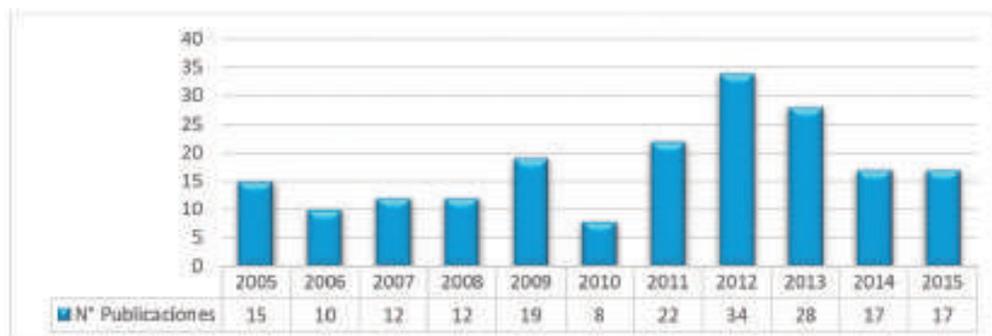
Fuente: elaboración propia

Figura 16. Objeto de conocimiento abordado en las tesis durante el periodo 2005-2015.



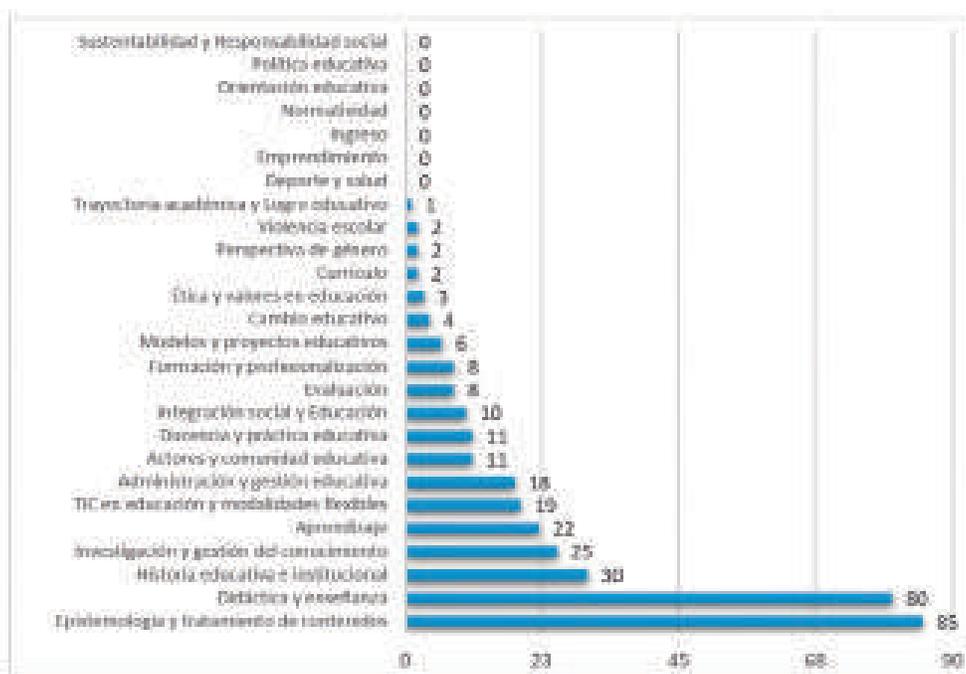
Fuente: elaboración propia

Figura 17. Participación en publicación de libros durante el periodo 2005-2015.



Fuente: elaboración propia

Figura 18. Número libros publicados por año dentro del periodo 2005-2015.



Fuente: elaboración propia

Figura 19. Objeto de conocimiento abordado en libros publicados en el periodo 2005-2015.

fueron abordados en libros —frecuencia cero— fueron: deporte y salud, emprendimiento, ingreso, normatividad, orientación educativa, política educativa, así como sustentabilidad y responsabilidad social (ver figura 19).

Uno de los resultados más relevantes fue la determinación de los objetos de conocimiento abordados en las

investigaciones educativas del IPN durante el periodo citado, considerando proyectos y productos de investigación. La figura 20 muestra el índice global:

Se puede destacar que los tres objetos de conocimiento más estudiados durante el periodo de 11 años por los investigadores educativos del IPN son: la didáctica y la

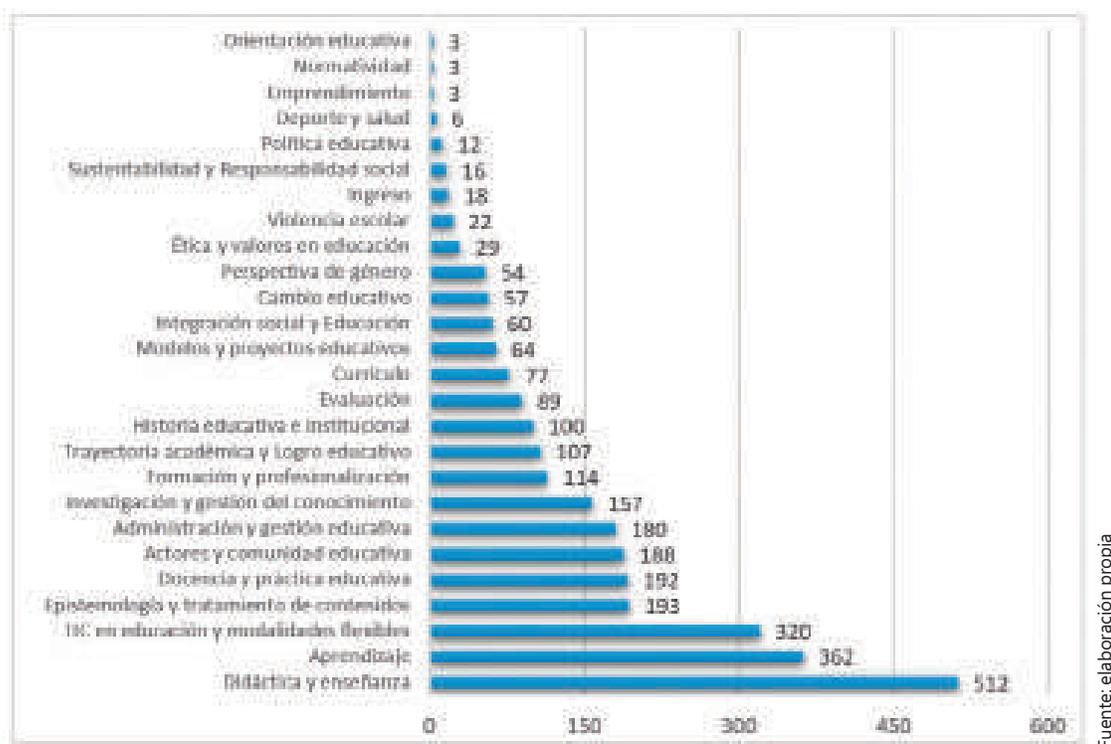


Figura 20. Objetos de conocimiento abordados en investigaciones educativas durante el periodo 2005-2015 en el IPN.

enseñanza, el aprendizaje, así como las TIC en educación y modalidades flexibles. Por otro lado, los hallazgos demuestran que los objetos de conocimiento de menor interés por parte de los investigadores en el mismo periodo son: deporte y salud, emprendimiento, normatividad y orientación educativa.

Innovación educativa

Un hallazgo sobresaliente es que la SIP del IPN emite desde el año 2013 una convocatoria para el desarrollo de proyectos de innovación, sin embargo, ninguno se ha relacionado con el campo educativo. Por otro lado, la CGFIE del IPN no ha divulgado propuestas de inno-

vación educativa documentadas de manera sistemática hasta la fecha. A través de esta investigación se identificaron los contextos, tipos y ámbitos de innovación educativa abordados en los proyectos de investigación y en la producción científica y académica, a partir de las relaciones entre innovación e investigación educativas.

De los 1,382 PIE registrados en el periodo 2005-2015 se determinó que 113 están relacionados con la innovación educativa (8.1%), al abordar en su objeto de conocimiento o en la delimitación del tema el término innovación (64) o conceptos adyacentes como cambio (9), novedad (7), desarrollo educativo o transformación (5), reforma (7) y mejora (21) en el campo educativo (ver figura 21).

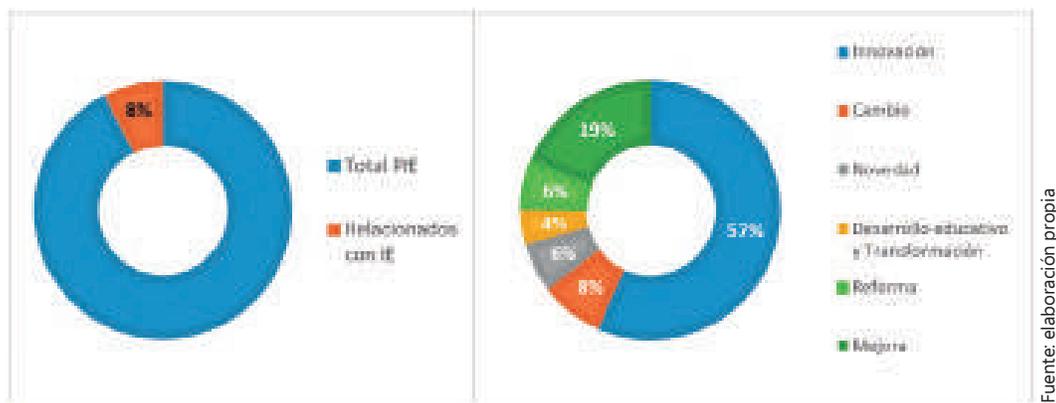


Figura 21. Número de PIE relacionados con innovación educativa o conceptos adyacentes, abordados en el periodo 2005-2015.

En el gráfico anterior se observa el interés de los investigadores educativos por la observación directa de la innovación educativa (57%), pero también de manera indirecta a través de los conceptos adyacentes (43%). Al analizar el comportamiento anual sobre estos proyectos, se observa un creciente interés por el estudio de la innovación educativa, pero su abordaje ha sido fluctuante: el año 2005 fue el menos favorable, incrementó en el 2006, luego disminuyó por dos años consecutivos (2007 y 2008), en el año 2009 se recuperó, pero disminuyó de nuevo en los tres años subsecuentes (2010, 2011 y 2012) y en los últimos tres años se ha mantenido en aumento hasta 15 proyectos en el año 2015. Los años menos favorables para el estudio de la innovación educativa han sido el 2005 y el 2012 (ver figura 22).

El periodo más significativo para el estudio directo de la innovación educativa ha sido del 2009 al 2015, con excepción del año 2012, donde decreció el número de proyectos (ver figura 23).

Tras realizar el análisis de la participación por ECU del IPN (ver cuadro 5), se encontró que las unidades académicas de nivel superior y posgrado son las que más registraron PIE conexos a la innovación educativa (de manera directa o indirecta), después las de nivel medio superior, los centros de investigación y la administración central. El decanato y los centros de educación continua no desarrollaron estudios relacionados.

Para analizar a la innovación educativa en un espectro más amplio, además de los 113 PIE, se identificaron 3 artículos, 4 tesis y 9 libros en los que se hacía un abor-

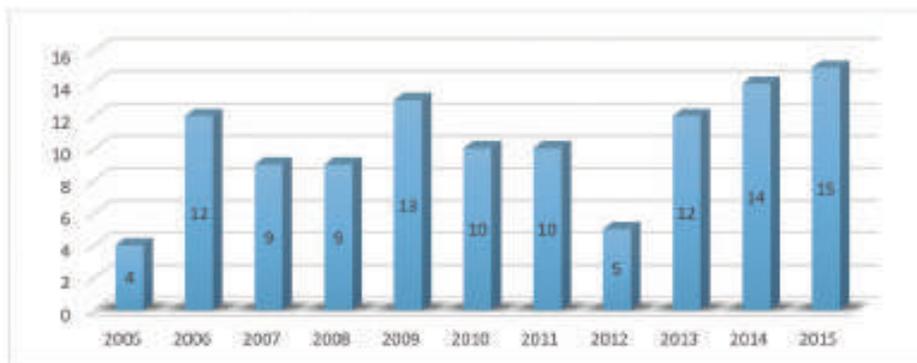


Figura 22. PIE relacionados con innovación educativa por año durante el periodo 2005-2015.



Figura 23. Abordaje de conceptos adyacentes e innovación educativa por año durante el periodo 2005-2015.

ECU del IPN	PIE	Proporción (%)
Unidades de Medio Superior	41	36.28318584
Unidades de Nivel Superior	43	38.05309735
Centros de Investigación	16	14.15929204
Área Central	13	11.50442478
Decanato	0	0
Centros de Educación Continua	0	0
Proporción	113	100

Cuadro 5. PIE con abordaje de Innovación Educativa desarrollados por ECU del IPN.

daje relacionado con la innovación educativa, dando un total de 129 registros.

Mediante el análisis de contenido se determinó que el contexto de innovación educativa más abordado en los estudios es el aula, seguido de la institución o administración, la escuela o centro, y en menor medida, la comunidad (ver figura 24). Por otro lado, los objetos de conocimiento y su delimitación, permitieron identificar los tipos de innovaciones educativas que se abordan en los mismos registros, donde se observa que la innovación escolar y la pedagógica marcan la preferen-

cia de los investigadores, y en menor medida, se aborda la innovación socioeducativa, cuyo impacto es de mayor amplitud.

Finalmente se observa en la figura 25 que el ámbito de innovación más abordado es el de la gestión, mientras que la planeación didáctica no ha sido un ámbito de preferencia entre los investigadores educativos.

Discusión de resultados y conclusiones

El estudio reportado tenía dos grandes vertientes: identificar los objetos de conocimiento abordados por la in-



Figura 24. Contextos y tipos de innovación identificados en el periodo 2005-2015.



Figura 25. Ámbitos de innovación educativa abordados en el periodo 2005-2015.

investigación educativa en el periodo 2005-2015, y desde su relación con la innovación educativa, detectar los ámbitos donde se ubican los cambios promovidos y estudiados por los investigadores educativos del IPN. Cabe destacar que el 78.5% de la investigación educativa se concentró en los niveles: medio superior, superior y posgrado.

Se identificaron 26 objetos de conocimiento abordados en las investigaciones educativas del IPN durante el periodo de 11 años; predomina el interés por el entendimiento del proceso educativo, a través de las categorías didáctica y enseñanza, así como aprendizaje. Es necesario precisar que dentro de estas grandes categorías se puede clasificar un sinnúmero de temas más específicos, pero no se consideró para la conformación de este documento. Empero, se encuentra viable la continuación del estudio para lograr una aproximación más profunda al estado del conocimiento de la investigación educativa en el IPN.

Las cuatro perspectivas de la investigación educativa descritas en el marco de referencia del IPN, se reflejan en los objetos de conocimiento y sus delimitaciones, no obstante, se requiere fortalecer el MIS a través de la investigación, para mejorar las tareas institucionales y contribuir al desarrollo sustentable de la nación. Asimismo, impulsar más el paradigma del trabajo en redes en todos los niveles educativos para la gestión y capitalización del conocimiento (IPN 2004b).

Respecto a la innovación educativa, se identificó que los dos contextos de preferencia en donde se enfocan las propuestas de cambio educativo son el aula y la institución o administración, y en menor medida la escuela o centro y la comunidad (Rosales, 2012). Para lograr innovaciones significativas, se requiere dirigirlas también a estos dos últimos entornos.

En casi el mismo nivel de importancia se han realizado estudios que se pueden agrupar en dos tipos de innovaciones: pedagógicas y escolares. En menor medida se han atendido las socioeducativas, que, en términos de intensidad y cantidad, pueden ser muy significativas (Rimari, s.f.; Ríos y Reinoso, 2008); pero se reconoce que, en el desarrollo de la innovación educativa, es paulatino y progresivo su impacto. De las 14 categorías identificadas sobre los ámbitos de innovación (Blanco y Messina, 2000; Rivas, 2000; ANUIES, 2004 y Barraza, 2005), en el IPN se han realizado estudios en 13 de ellos. Se requiere impulsar el abordaje de la innovación desde la planificación didáctica; por otro lado, la preferencia se ha marcado en el ámbito de la gestión. En general se recomienda comenzar una sistematización de las experiencias o mejores prácticas del cambio educativo en el IPN, de manera tal que puedan desarrollarse estudios para obtener datos sobre las tres relaciones entre la innovación y la investigación en el campo educativo (IPN, 2005).

SEMBLANZAS

Lic. Alma Yereli Soto Lazcano

Estudió la Licenciatura en Pedagogía y es Máster en NNTT. Actualmente es docente en la Escuela Superior de Turismo del IPN y coordina los trabajos de evaluación y rediseño curricular en esta Unidad Académica.

Dra. Liliana Suárez Téllez

Realizó sus estudios Maestría y Doctorado en Ciencias en Matemática Educativa en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN y una estancia posdoctoral en la Universidad de Victoria en British Columbia, Canadá.

Lic. María de la Luz Huerta Ramírez

Licenciada en Pedagogía con estudios de Maestría en: Enseñanza Superior y la Maestría en Comunicación y Tecnología Educativa. 35 años de experiencia como docente en el NMS del IPN (10 de ellos en FES ARAGON, 5 en la Normal No 1 de Cd. Nezahualcóyotl). Instructora de cursos, talleres y diplomados dirigidos a docentes en el campo pedagógico y educativo. Investigadora Educativa en el IPN desde 1998 hasta la fecha.

REFERENCIAS

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2004). *Documento estratégico para la innovación educativa en la educación superior*. México: ANUIES.

- Arellano, F. et al. (2013). *La innovación educativa en los procesos de gestión y planeación educativa en el IPN, del 2004 – 2012* (Informe de investigación SIP20131723). México: IPN.
- Barraza, A. (2005). Una conceptualización comprehensiva de la innovación educativa. *Innovación educativa*, 5(28), 19-31.
- Blanco, R. y Messina, G. (2000). *Estado del Arte sobre las Innovaciones Educativas en América Latina*. Santiago Chile: Convenio Andrés Bello.
- Huerta, M. (2011). *El estado del Arte de la Investigación Educativa en el Nivel Medio Superior del IPN: 2005-2011* (Informe de investigación SIP20113845). México: IPN.
- Instituto Politécnico Nacional (2004a). *Un Nuevo Modelo Educativo para el IPN. Materiales para la Reforma. Libro I*. México: IPN.
- Instituto Politécnico Nacional (2004b). *Programa estratégico de Investigación y Posgrado. Materiales para la Reforma. Libro IV*. México: IPN.
- Instituto Politécnico Nacional (2004c). *Modelo de Integración Social. Programa Estratégico de Vinculación, Internalización y Cooperación. Materiales para la Reforma. Libro VI*. México: IPN.
- Instituto Politécnico Nacional (2005). *Modelo de Innovación Educativa para el IPN. Documento interno de trabajo*. Recuperado en marzo de 2016 de: <https://innovacionenredenlaenb.files.wordpress.com/2016/12/modeloinnovacioneducativa.pdf>
- Instituto Politécnico Nacional (2006). *Propuesta de lineamientos para la formulación del modelo de investigación educativa del Instituto Politécnico Nacional*. México: IPN- CFIE.
- Lozoya, E. (2011). La Investigación Educativa en el Instituto Politécnico Nacional. Rumbo a los Estados del Conocimiento. *Memoria del XI Congreso Nacional de Investigación Educativa, Consejo Mexicano para la Investigación Educativa*, México.
- Morán, P. (Comp.) (2015). *Docencia e investigación en el aula. Una relación imprescindible*. Ciudad de México: IISUE-UNAM
- Ortega, P., Ramírez, M. E., Torres, J. L., López, A. E., Servín, C. Y., Suárez, L., y Ruiz Hernández, B. (2007). Modelo de Innovación Educativa. Un marco para la formación y el desarrollo de una cultura de la innovación. *RIED*, v. 10: 1 (2007), pp 145-173.
- Oxford University Press (2017). *Español. Oxford Living Dictionaries*. Recuperado en marzo de 2016 de: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/ambito>
- Ramírez, M.E., Suarez, L y Ortega, P. (2008). Las investigaciones sobre las innovaciones educativas para la profesionalización docente en el IPN. *Memoria de Virtual Educa 2008*. Zaragoza, España 2008. Recuperado en marzo de 2016 de: <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/1552>
- Rimari, W. (s/f). *La innovación educativa, instrumento de desarrollo*. "San Jerónimo", Lima– Perú. Recuperado en marzo de 2016 de: http://www.uaa.mx/direcciones/dgdp/defaa/descargas/innovacion_educativa_octubre.pdf
- Ríos, D. y Reinoso, J. (2008). *Proyecto de innovación educativa: Colección módulos pedagógicos*. Chile: Universidad de Santiago de Chile.
- Rivas, M. (2000). *Innovación educativa: Teoría, procesos y estrategias*. España: Síntesis.
- Rosales, C. (2012). Contextos de la innovación educativa. *Innovación Educativa*, 22 (2012), pp. 9-21.
- Suárez, L., Ortega, P., Ramírez, M.E. y Torres, J.L. (2016). Proyecto de formación de una cultura de la innovación educativa. En R. Huerta (Coord.) *Construyendo gobernanza en el IPN* (pp. 52-71). México: Libermex.



El significado de la investigación desde el punto de vista de la hermenéutica analógica

Napoleón Rosario Conde Gaxiola

Escuela Superior de Turismo, Instituto Politécnico Nacional

El propósito del presente artículo es el estudio del significado de la investigación desde el punto de vista de la hermenéutica analógica, entendida como aquella disciplina que tiene por objeto el análisis de un texto específico, ubicándolo en su contexto para recontextualizarlo. Se propone una investigación de corte icónico, basado en la proporción y la contradicción, con el propósito de distanciarse de la educación unívoca, propia del positivismo unidimensional y de la investigación equivocada, típica de la posmodernidad. Una investigación humanista promueve la ética en tanto doctrina del bien común, la antropología como propuesta de un ser humano integral, una ontología como doctrina del ser, y una epistemología crítica orientada a producir conocimiento fronterizo e innovador. Se toma como base el paradigma de la hermenéutica analógica, ya que nos ayuda a esquivar las orientaciones literalistas de una investigación únicamente orientada a la forma mercantil, y a distanciarse de una indagación relativista de carácter ahistórico, asocial y anti-ontológico.

I Introducción

La hermenéutica analógica es el arte, la ciencia y el método, orientada a lograr una interpretación prudencial capaz de evitar el absolutismo y el subjetivismo; fundada por el pensador mexicano Mauricio Beuchot Puente. Es hermenéutica, porque es comprensiva y fronteriza; a su vez, es analógica porque es proporcional y armónica. Es una apuesta cognitiva y ontológica, utilizada en este trabajo para tipificar a la investigación y a la educación (Beuchot, 1997, págs. 17-34).

Un horizonte analógico se coloca entre la univocidad y la equivocidad, busca la mediación pero sin caer en el relativismo; en ese sentido, es una configuración icónica en términos de Charles Peirce (1988) que permite la fusión dialéctica del paradigma y el sintagma, la denotación y la connotación, la metáfora y la metonimia, lo universal y lo particular, la identidad y la diferencia. Se trata de una perspectiva mesurada frónética y prudencial (phrónesis), que posibilita la mediación y, con ello, la dialogicidad. La historia de la humanidad y de nuestra existencia abunda en perspectivas no analógicas, es decir, en modalidades de ser y actuar de manera unidimensional, mutilante y excluyente. Esta cuestión es observable en las agrupaciones que buscan el poder por el poder. Nosotros mismos hemos adoptado actitudes no analógicas cuando establecemos el primado del fragmento sobre lo universal, la endogamia narcisista sobre el bien común, el monólogo solipsista por encima del consenso, el sofisma por encima de la argumentación y el interés de secta sobre el bienestar de la comunidad. El horizonte analógico implica una voluntad de dominio en la medida que avasallamos y comprimimos el cerco de la inmundicia que nos atraviesa a lo largo y ancho de nuestras vidas y se reproduce el protagonismo y la desmesura. El horizonte analógico es el programa virtual y fronterizo teorizado por Pitágoras y Aristóteles en la Antigua Grecia; Cicerón (2011) y Quintiliano (2006), en la Roma Clásica; San Agustín (2016) y Santo Tomás de Aquino (2010), en el Medioevo; Miguel de Cervantes (2015) y Blaise Pascal (2014) en la Paleomodernidad; en el Romanticismo Federico Hölderlin (1998); y Mauricio Beuchot (1997), Theodore Viehweg (2016) y tantos otros en la tardo-modernidad.

Ahora bien, ¿Cómo aplicamos el horizonte analógico en la educación y la instrucción? En primer término, es necesario distinguir entre educación e instrucción. La instrucción supone la asimilación de nociones, construcción de plataformas cuantitativas y cualitativas, y tematización de tópicos concretos. Es una invitación para asimilar tácticas cognitivas, dispositivos metódicos, competencias y destrezas, tomando como base los medios tecnológicos, técnicas de gabinete y trabajo de campo.

Por otro lado, la educación –en sentido estricto– es un proceso de mayor complejidad, ya que supone la formación de la persona señalando la particularidad específicamente antropológica para delinear y bosquejar un modelo de ser humano, moldear la personalidad y no sólo eso; sino también el papel del individuo en la historia. La idea de educación tiene como soporte la búsqueda de la universalidad. Esa elevación a tal condición no se condensa en la simple teorización en la mera facticidad, sino que ampara la decisión de la comprensibilidad del hombre en su globalidad.

El hombre educado en tanto investigador, es aquel que conoce la interpretación foránea, el que respeta la vigencia del conocimiento nuevo, aquel que admite la relevancia de ideas recientes, articulando el nexo entre la tradición y la innovación el que distingue entre el acontecimiento y lo banal. Es el que hace de la prudencia un proyecto de vida, el que no deja enmohecer su competencia virtual, bloqueando toda oxidación y herrumbre de su denuedo y carácter. Este hombre emancipado se auto-observa, diseña una observación generativo-transformacional apta para configurar una meta-mirada, encumbrándose por encima de sí mismo hacia lo universal, evitando la pérdida de la intencionalidad; ya que dicho virus conduce a la anorexia afectiva y a la perversión. Esta última es el quebranto de ánimo, la grieta del designio, la hendidura del *telos*, la rendija de los fines; en pocas palabras, el abatimiento del ser humano en tanto red de intencionalidades. Los pensadores postmodernos del último medio siglo y de la coyuntura presente –Gilles Deleuze (2005), Gilles Lipovetsky (2007), y Jean Baudrillard (2002)– realizaron y aún construyen grandes contribuciones en la esfera de las ideas, pero en su negativa a la dimensión teleológica y, en consecuencia, a la malla intencional, los orilla a aprisionarse en sí mismos, encasillándose en sus quimeras, hegemonizando lo inmanente e inmediato para rechazar de manera tajante todo finalismo o tendencia posibilista en la persona. La perspectiva teleológica que aquí defendemos nada tiene que ver con la postura metafísica univocista del filósofo de Breslau llamado Christian Wolff (2000), para establecer el segmento del pensamiento que comprende la teleología de los objetos, sino para señalar que la persona humana es concebida como un original arquetipo de sujeto, ubicado arqueológicamente en el presente y en el devenir, siendo a su vez económica, política y socialmente construido al interior de un modo de producción históricamente matizado.

En síntesis, la educación y la investigación se define como la formación de la persona en el sentido de la *paideia* griega, la *humanitas* romana, la *tlamatiliztli* mexicana, la ilustración y la modernidad y la contemporaneidad crítica. Se refiere a la maduración del sujeto en tanto

adquiere cordura y templanza, serenidad y tacto, sensatez y comedimiento, medida y moderación. Incluso, las tareas instruccionales deben tener un trazado educativo. Lo grave de las políticas de investigación en el momento actual radica en su tesis no educacional, dado que instalan la supremacía de lo instrumental y lo funcional, por encima de la reflexión y la crítica. La perspectiva humanista nos lleva a un investigador como modelo o ícono del hombre al microcosmos más allá del paradigma absolutista y del equivocismo relativista. El educador es un compendio del macrocosmos, ya que tiene los elementos explicativos y comprensivos e interpretativos pertinentes para acercarse al objeto de estudio. De esta manera, el investigador es una especie de microcosmos, o sea, un ícono del macrocosmos. Es por eso que posee un aspecto metonímico y un ángulo metafórico; en el primero, posee una estructura referencial que lo liga a la sociedad y el mundo, y en segundo lugar, es metafórico porque necesita estar dotado de sentido (Beuchot, 2009, pág. 207).

Si pretendemos establecer un horizonte analógico en la educación y la investigación, es necesario aproximarnos al horizonte metafórico y al metonímico. La primera está anclada en el símbolo. La dimensión simbólica tiene asistencia y concurrencia, es decir, presencia para aludir a la participación o coexistencia de las cosas; pero se trata de una presencia endeble, diluida y diseminada, con un fuerte monto de carencia, omisión y desliz, es decir, de ausencia. El proceso educativo e investigador del hombre supone una carga simbólica, ya que se constituye dentro de una inmensa carga de tejidos simbolizantes. El rito, el mito, el lenguaje, el arte y las tradiciones son parte integrante de esta configuración. El educador necesita de símbolos para educar; también el investigador para indagar. Desde que se inicia el acto educativo e indagador, hasta que concluye, nos encontramos ceñidos y envueltos por símbolos. En esa vía, todo símbolo es una ensambladura que permite la juntura y la conjunción, ya que contemplando un fragmento nos lleva al todo, percatándonos de la totalidad. El símbolo permite atar, marinar y aunar, ya que nos induce a la unión y a la congregación. Pero hay que recordar que el símbolo, además de su segmento metafórico, tiene una parte metonímica. La metafórica es de corte cultural, proporciona la distinción y la diferencia; la metonímica es de raigambre ontológico, suministra la identidad y la necesidad. Debemos reconocer que en el símbolo, la metáfora ha hegemonizado por encima de la metonimia. En la educación tecnológica y politécnica es indispensable la presencia del símbolo. Es necesario que la instrucción innovadora recurra a la simbolicidad y que no quede anclada únicamente a su dimensión mecanicista y operacional. Mauricio Beuchot dice:

“Encontramos ahí que el símbolo es conducción de lo singular a lo universal, de lo corpóreo a lo incorpóreo (incluso espiritual o sacro), tiene pues las características de la metonimia, que es hacernos pasar de los efectos a las causas y de lo singular a lo universal. Es un procedimiento de universalización” (Beuchot, 2000, pág. 6).

Así vemos que el símbolo tiene las características de la metáfora, ya que el lenguaje va acompañado siempre de alegorías y procede mediante semejanzas. Como vemos, el símbolo tiene el germen de la metonimia y la metáfora. Un horizonte metafórico articulado al símbolo en tanto nexo o vínculo, permitirá la conjunción si puede intervenir el dispositivo analógico. De no presentarse tal visagra, se pasará del símbolo al diábolo. La palabra símbolo viene del griego “*symbolon*”, estando formado por “*sym*” y “*bolom*”, significando la posibilidad de arrojar conjuntamente dos elementos que se ajustan o ensambalan entre sí. En cambio, el diábolo es todo lo opuesto: lo que aparta, separa, disgrega, desbarata o anula. En ese contexto, el símbolo posee dos senderos: ser visualizado como fetiche y transformarse en diábolo, o, ser contemplado como ícono, o analogía. Cuando es fetiche, se desploma en una anfibología infundada e incómoda. Beuchot la llama ídolo: “El ídolo es la imagen mala, nacida de la *lybris*, soberbia o narcicismo del hombre” (Beuchot, 2000, pág. 65). De manera contraria, el ícono es la imagen prudente, amable, y educada. En síntesis, el horizonte metafórico es conveniente y apropiado si la trama simbólica logra imponerse a la malla diabólica, en la medida que la conjunción supere al fragmento, la unión a la fracción, la congregación a la parte, la completud al trozo, y el límite a la simple raya. Una de las tragedias de algunas orientaciones de la enseñanza y la investigación, técnica e instrumental radica en el primado del diábolo sobre el símbolo. Es frecuente visualizar este tipo de investigaciones en las orientaciones dirigidas única y exclusivamente a la forma mercantil, y sobre todo, en buena parte de las consultorías y asesorías enlazadas a la forma monetaria. La carencia de un tejido simbolizante los conduce a la adopción de criterios inmorales, distantes de la trascendencia e instalados en intereses fácticos y conflictos de intereses.

El horizonte metonímico es la otra cara de la moneda. Se trata de una perspectiva multi-referencial, relacional, asociada y articulada. A través de ella se establece el confín, linde o frontera. Metonimia es referencia y límite más correferencia, asociada a una estructura fronteriza. En pocas líneas, no existe ningún armazón arreferencial. Todo

está vinculado a algo, orientado hacia una determinada especificidad. La referencia está vinculada al significado y todo significado tiene límites. El dispositivo referencial nos indica el sentido de la estructura social (del modo de producción, el aprendizaje en el aula, y los movimientos sociales contemporáneos); la referencia nos precisa las fronteras de la existencia de los entes (la finitud, la pena, la depauperización absoluta y relativa, la muerte y la congoja). Todo esto implica lo metonímico, ya que señala tejidos referenciales expresables en la esencia, el sostén, la base, el fundamento y la razón. También deriva a límites en la medida que impone confines prudenciales al ser humano. La pedagogía postmoderna se nutre de las ideas de filósofos relativistas que niegan la referencia, la esencia y los límites como es el caso de Michel Foucault (1979) y Jacques Derrida (1997). A nivel de prouario, decimos: El punto metafórico y el punto metonímico van ligados. El primero alude al sentido, el segundo a la referencia. El horizonte metonímico designa la forma de establecer los ejes de problematización, determinando las cosas en sus principios como consecuencias en sus bases, es decir, resolviendo las cuestiones en tanto efectos en sus causas, conociendo el todo visualizando sus segmentos, accediendo a lo universal y abordando lo particular. El discurso metonímico es el discurso literal, no alegórico, de tipo racional y sistemático.

El enfoque literalista ha sido abordado por algún modelo de educación tecnológica. Sería conveniente su aproximación al horizonte analógico. El horizonte analógico es la frontera intersticial entre lo unívoco y lo equívoco, el absolutismo y el relativismo, la metáfora y la metonimia, lo literal y lo alegórico, la identidad y la diferencia. A esta dimensión lo podemos denominar “horizonte limítrofe”, posibilitando el establecimiento de fronteras entre la univocidad y la equivocidad. La univocidad ha sido subrayada por el estagirita Aristóteles, vinculándolo a la dimensión del sinónimo para significar las cosas que comparten el mismo nombre. Guillermo de Ockham (1992) lo refiere vinculado a la señal convenida, para significar un único objeto o categoría. De esa manera, el univocismo es absolutismo, y trata de distanciarse de la analogía. De esta forma, el univocismo supone la interpretación única, exacta y todopoderosa, la exacerbación del Globo por Parménides, la apología del Uno por Proclo, la entronización del Globo por Nicolás de Cusa (1994), el realzar leibziniano de la Mónada (Leibniz, 2005), el mecanicismo cartesiano (Descartes, 2007), el maquinismo de La Mettrie (Mettrie, 2000), la ontologización wolffiana (Wolff, 2000), el estatismo hegeliano (Hegel, 2007), la dialéctica unidimensional del marxismo univocista (Konstantinov, 1960); enlazados por el

pensamiento único, puntual y completo. Se trata de ideas supuestamente perfectas que han sido cuestionadas por las filosofías sintéticas.

Lo equivoco se refiere a lo quebradizo, perecedero y ambiguo. El estagirita lo enlaza a la homonimia, para significar los objetos que comparten un mismo contenido. En tanto que las definiciones son distintas (Aristóteles, 1982, pág. 29). Guillermo de Ockham, demuestra la diversidad de los objetos. En las historia de las ideas ubicamos actitudes relativistas en los cirenaicos –Aristipo de Cirene, Hegesias el Abogado de la Muerte y otros, durante el siglo IV antes de Cristo-; en los cínicos del gimnasio Cinosargo –Antistenes de Atenas, entre otros-; el Pirronismo de Pirrón de Elis; el escepticismo de Carnéades de Cirene, Agripa y Sexto el Empírico.

En el ocaso de la Edad Media, se expresa en la Escuela de París de la primera mitad del Siglo XIV, en el pensamiento de Nicolás de Autrecourt (Rijk, 1994); durante los inicios de la modernidad, en Rabelais (Rabelais, 1987); en los comienzos del Siglo XIX, con la presencia del Marqués de Sade (Sade, 2016), y en la época contemporánea en los postmodernismos de todo cuño, como sucede en la rizomática de Deleuze (Deleuze, 2005) o la era del poseer lipovetskiano (Lipovetsky, 2007). En el plano educativo e investigacional ha tenido una enorme incidencia en las pedagogías que sostienen su marco conceptual en concepciones relativistas: Richard Rorty, Jacques Derrida, Jean Baudrillard, etc. El equivocismo es un modelo de interpretación que privilegia la ausencia de referencia, la carencia de límites, la falta de criterios axiológicos, antropológicos, ónticos, y éticos. Es una apuesta por la interpretación infinita e ilimitada, donde predomina el discurso alegórico sobre el objeto de estudio.

Entonces ¿en qué consiste el horizonte analógico? Aristóteles en su obra *Categorías de su texto Tratado de Lógica (Organón)*, la ubica entre la homonimia y la sinonimia:

“Se llaman *homónimas* las cosas cuyo nombre es lo único que tienen en común, mientras que el correspondiente enunciado de la entidad es distinto, dicho del hombre y dicho del retrato, en efecto, ambos tienen sólo el nombre en común, mientras que el correspondiente enunciado de la entidad es distinto, pues si alguien quiere explicar en qué consiste para cada uno de esas cosas el ser vivas, darle un enunciado propio para cada uno. Se llaman *sinónimas*, las cosas cuyo nombre es común y cuyo correspondiente enunciado de la entidad es el mismo, dicho del hombre y dicho

del buey, en efecto, ambos reciben la denominación común de vivos y el enunciado de su entidad es el mismo, pues, si alguien quisiera dar el enunciado de en qué consiste para cada uno de ellos el ser vivos, daría idéntico enunciado. Se llama parónimas todas las cosas que reciben su denominación a partir de algo, con una diferencia en su inflexión, el gramático a partir de la gramática y el valiente a partir de la valentía” (Aristóteles, 1982, págs. 29-30).

La analogía, en primer sitio, se ubica en un paradigma interpretable, oponiéndose a la modalidad suprema, para distanciarse de las propuestas supuestamente insuperables. Por otro lado, esquiva el paradigma interpretante esparcido, infinito, intangible, impalpable, diluido y diseminador, es decir; es una interpretación orientada a la sensatez y la serenidad. En segundo lugar, es una tendencia que privilegia la inteligencia, ya que ofrece la intelección para comprender de manera más icónica la forma y el contenido, y el fenómeno y la esencia. A diferencia del esquema absolutista que hegemoniza el lenguaje exclusivista y metonímico para priorizar lo cuantitativo, La analogía engloba lo cuantitativo y lo cualitativo, orientado a captar la explicación y la comprensión. En un tercer espacio, adquiere de forma relevante la conversación. Esta es un ejercicio dialógico que nos prepara dentro del contexto de la retórica a producir, intercambiar, y consumir ideas y no simples opiniones.

En el número cuatro, está la función de la heurística. Las corrientes absolutistas y relativistas desdeñan la heurística, ya que nos proporciona el anhelo del descubrimiento y la develación. Es la capacidad para buscar encontrando caminos nuevos, ejes de problematización adecuados, y preguntas de exploración relevantes. Para ser analógico, es necesario ser heurístico. Es obvio que las tendencias anti-analógicas son partidarias de la comprensión unidimensional y monológica. Algunos paradigmas absolutistas presumen con adoptar una postura culturalista y postpositivista. En otro ángulo, las escuelas relativistas alardean con el narrativismo y el aforismo. Desde nuestra óptica, lo analógico es heurístico. En ese sendero planteamos: ni literalidad univocista, ni narrativa equivocista, en la educación y la investigación. Nos interesa un punto de vista icónico, dialógico y relevante en nuestras tareas y desafíos.

II Metodología

La metodología que hemos diseñado en este trabajo es la hermenéutica analógica, en tanto saber típico para intentar aproximarnos a teoría general de la investigación y de la educación. Se puede considerar que un pensamiento

crítico, no puede prescindir de un conglomerado de definiciones generales y abstractas. El aspecto central de esta metodología es la explicación e interpretación de la cuestión de la exploración de conocimiento nuevo. Una teoría general de la investigación y de la enseñanza que no trata de explicar e interpretar nada, es decir, que se aleja de la comprensión de la vida social, no tiene nada en común con la ciencia. Si no se preocupa por estudiar la investigación y la pedagogía, es decir, la forma educacional e investigacional en tanto formas históricas, se convierte en algo ambiguo e indeterminable. Las teorías univocas y equivocadas dejan fuera de su horizonte dichas formas; es decir, no la visualizan ni se percatan de su error. En ese sendero, operan con marcos categoriales distorsionados, exhibiéndolas como ficciones, proyecciones o falsas propuestas. En nuestro método, los conceptos fundamentales son una abstracción determinada de la totalidad, el principio de la determinación analógica y dialéctica, y el principio de la orientación. En ese sentido, la totalidad concreta, es decir, la sociedad, el Estado y la población, son el resultado y no el punto de partida, ya que la investigación y la pedagogía forman parte del patrimonio cognitivo de la humanidad, y nos interesa de sobremaneira el desarrollo de las relaciones humanas, como realidad histórica. Metodológicamente hablando, el desarrollo de los conceptos básicos, corresponde a la dialéctica real del proceso histórico. En ese sentido, es vertebral su historia como relaciones que entablan los seres humanos, obligados por sus específicas condiciones de producción. La metodología hermenéutica nos ha enseñado que el ser humano se convierte en sujeto de la misma forma que el producto natural se transforma en mercancía. La metodología hermenéutica logra definiciones transparentes y cabales. Es la metodología idónea para no renunciar al análisis de los conceptos fundamentales. En caso contrario, se confunde el fenómeno con la esencia, la necesidad con la causalidad, y lo objetivo con lo subjetivo. En lugar de una riqueza de movimiento, desarrollo y nexos internos, tendríamos determinaciones tan pobres que nos orillarían a una concepción simplista y unilateral de nuestro objeto de estudio. Y en ese caso, difícilmente merecería el nombre de metodología científica. Nuestra metodología hermenéutica procede de lo más simple hacia lo más complejo, de la forma más pura del proceso a sus formas más concretas, con el propósito de seguir un sendero metodológico más correcto. Su propósito es obtener definiciones exhaustivas. Solo en este contexto, estamos en condiciones de entender la realidad, no ya como un atributo de la sociedad humana abstracta, sino como una categoría histórica en correspondencia con una estructura social determinada. Todo esto nos auxilia metodológicamente en las vías de la pertinencia y la proporción; en la

producción del problema epistémico y ontológico, y en el establecimiento de las hipótesis y las tesis específicas. Así las cosas, el método de la hermenéutica dialéctica es una respuesta concreta a nuestra ideología y cosmovisión. Para la concreción de esta metodología, es viable la producción y reproducción del sentido como modalidad estratégica, para transitar en el campo de la subjetividad humana. Por eso, nuestro método es cualitativo e interpretacional, forjado desde la dimensión de la investigación, y en particular, desde la América Latina que nos concierne. Por eso dice Beuchot:

“Vivimos en la contradicción, vivimos en la contradicción, o la contradicción nos vive. Eso lo constatamos en nuestra diaria existencia. Muchas veces hacemos lo que no queremos y otras no queremos lo que hacemos. O no logramos hacer lo que deseamos. Eso nos desdibuja nuestro propio ideal, y en esa medida nos ayuda, porque nos humilla, lo cual implica cierta aniquilación. Cierta anonadamiento, como el de los místicos. Y nuestra contradicción nos duele, nuestras contradicciones pequeñas nos hablan de nuestra gran contradicción, que es la escisión que se da en todo ser humano” (Beuchot, 2016, pág. 128).

Y es que la metodología que propone la hermenéutica analógica no es sólo icónica e interpretacional, sino científica y dialéctica:

“Hemos dicho que el carácter metodológico de la hermenéutica es muy general, y vamos a verlo: principios y reglas muy amplios. También hemos dicho que tradicionalmente la hermenéutica estuvo asociada a la sutileza. Pues bien, Ortiz-Osés expone la metodología de la hermenéutica en tres pasos que son tres modos de sutileza: (i) *la subtilitas intelligendi* —y que nosotros quisiéramos llamar *subtilitas implicandi*—, (ii) *la subtilitas explicandi* y (iii) *la subtilitas applicandi*” (Beuchot, 1997, pág. 20)

Tal metodología científica implica un enfoque semiótico. El primer segmento corresponde a la sintaxis que es la *subtilitas implicandi*, el segundo toca a la semántica en tanto *subtilitas explicandi*, y el tercer momento corresponde a la pragmática que es la *subtilitas applicandi*. El primer momento se traslada del significado textual o intratextual, o intertextual. Toda investigación deberá remitir a tal eje sintáctico, ya que no puede haber sin su presencia dimensión semántica o pragmática. Es el teji-

do categorial de toda investigación. Después viene metodológicamente la semántica. Aquí se ve el significado del texto mismo, pero no como marco conceptual en sí mismo, sino referencia. Finalmente, tenemos a la pragmática o *subtilitas applicandi*, que toma en cuenta la intencionalidad del hablante. Esto corresponde a tres tipos de investigación: investigación sintáctica o exposición de la teoría de los conceptos fundamentales; investigación semántica o aplicación del marco conceptual al objeto de estudio e investigación pragmática o instrumentalización en la realidad a nivel fáctico de la dimensión sintáctica y semántica. De esta forma, el método de la hermenéutica es la *subtilitas*, o sutileza en sus tres perspectivas: implicativa, explicativa y aplicativa. Tal camino hemos pretendido seguir con el propósito de construir ideas. La idea es la posibilidad de que cada uno de los investigadores obtenga lo mejor de sí, evitando que el individuo sea reducido al simple “animal humano”. El investigador es un pensador de la idea que busca metodologías y estrategias en el seno de la praxis. De esa manera, una metodología que esquiva la idea y la praxis es obsoleta y rudimentaria.

III Resultados

En la investigación, se parte del análisis concreto sobre la situación concreta, en la investigación y la educación, desde una perspectiva hermenéutica y dialéctica. En esa ruta, hemos esquivado el univocismo y el equivocismo. Nuestro hermeneuta mayor, el pensador mexicano Mauricio Beuchot ha señalado:

“El hombre no es ni pura esencia ni pura historia, es esencia histórica., historizada o historializada. Una antropología analógica no es ni historicista ni esencialista, acepta una esencia dinámica como icono. La esencia humana como icono del hombre; porque podemos definir al hombre, esto es, delimitarlo, aunque nos cueste” (Beuchot, 2011, pág. 90).

Así, vemos que el investigador tiene una esencia que se cumple en la propia historia, en ese tópico, la investigación tiene una esencia, pues está constituido en función de lo que es el hombre.

Esto nos lleva a la idea de investigador análogo. Mauricio Beuchot dice al respecto:

“Por otra parte, el hombre análogo se coloca en la línea phrónesis que tanto reconocía Gadamer, en la línea de la templanza o temperancia, que tanto ponderaba Bobbio, y en la línea de la justicia, que no tiene por qué ser ajena a la hermenéutica. Es decir, cada vez más

la hermenéutica se ha introducido en lo ético y político, aspectos que antes no exhibía de manera tan clara” (Beuchot, 2007, pág. 172).

En síntesis, se ha elaborado una reestructuración categorial de los conceptos que son indispensables a mi juicio, para diseñar una teoría general de la investigación. Para ello, nos hemos centrado en la indagación comunitaria, la antropología y la ética, así como la recepción humanista de la educación. En dicho ámbito, se ha tratado con exhaustividad las contradicciones en la educación contemporánea, sobre todo, a nivel de los opuestos y analogías, resaltando la libertad y la coacción, el valor de uso y el valor de cambio, la particularidad y lo general, el monismo y el pluralismo, y la justicia y la injusticia. La novedad ha sido el hecho de visualizar algunas contradicciones fundamentales en investigación actual, las cuales solo podrán ser resueltas mediante un tratamiento icónico y fronético, tal como lo plantea la hermenéutica analógica. La invención es, que a través de los universales analógicos, se puede acceder a una universalidad razonable. Eso se debe a que dichos universales plantean una totalidad más amable, a diferencia de los unívocos, tienen apertura, pero no tanta como los equívocos. Todo esto para ubicar las contradicciones en el campo de la investigación, y ofertar alternativas vinculadas a la justicia y a la igualdad. Ello nos ha llevado a un nuevo concepto de investigación, con la idea de aplicarlo a la práctica concreta, y a los hechos reales de la formación económica y social mexicana. En fin, de lo que se trata en última instancia es de construir una nueva visión de la investigación, desde un punto de vista histórico.

IV Discusión y recolección

Así pues, una investigación crítica de corte prudencial e interpretacional puede aportar pistas para una indagación diferente. No se trata de un camino simple, ya que su acceso implica el recorrido de la ontología y el avance por la vía dialéctica. Este sendero distante del *logos* univocista y equivocista solo podrá realizarse en un horizonte de *philia* o cooperación orientada al bien común o amor de lo que es necesario, *oikos*, o casa fraterna, y *koinonia*, o comunidad. Solo así podríamos estar en condiciones objetivas y subjetivas para construir una *paideia* o *educatio* al interior de la prudente sabiduría de los límites, próxima a una cultura retórica, dialéctica, y estética. Lo que se ha querido privilegiar en estas páginas, ha sido convencer y persuadir sobre la pertinencia de la hermenéutica analógica, en tanto herramienta de estudio en el campo de la investigación y la educación. En este recorrido, se ha percatado de la imposibilidad de realizar tal tarea sin un proyecto filosófico. Una de las consecuencias de esto último

es ver lo que sucede cuando los investigadores carecen de herramientas filosóficas, es decir, sin alguna ética, ontología o estética. ¿Cómo tipificar el proceder de cientos de investigadores sin la idea de justicia? ¿Cómo caracterizar el papel de la masa monetaria y el dinero en una investigación al margen de los criterios morales? ¿Cuál es el papel del mercado y el Estado en este contexto? ¿Cómo abordar la producción de saberes al margen de una epistemología y de una teoría del conocimiento no humanista? ¿Cómo entender al científico o al educador, prescindiendo de una antropología del hombre? En otro ángulo de cosas; es preocupante la pérdida constante de la hermenéutica en buena parte de los proyectos de investigación. Esto es explicable debido a la proliferación de visiones utilitarias y operacionalistas, lanzando una intensa campaña de desfilosofización del quehacer educacional, desde la escuela superior, hasta los jardines escolares. Nuestra apuesta se ubica en la recuperación de lo local, en la vuelta a lo comunitario y en la construcción de una investigación incluyente, ecuménica, y universal. De no ser así, seríamos presas de las plataformas autoritarias y dogmáticas, y del relativismo nihilista de la tardo-modernidad en las tareas de la investigación.

La crítica a la univocidad y a la equivocidad, y la recuperación de la iconicidad, como ejes primordiales en la conformación de una investigación científica de nuevo tipo es una tarea ineludible. El tema de la investigación y la educación es sumamente complejo, sin embargo, en esta reflexión se ha pretendido tratar de forma corta pero suficiente, algunos puntos de vista sobre la problemática de la indagación en nuestro tiempo. Queda clara la urgencia de los centros de investigación de acceder a la hermenéutica y a la analogía, ya que posee un marco conceptual, una sintaxis concreta, una semántica innovadora y una pragmática eficaz, apta para contribuir de cierta manera, a las cuestiones primordiales de la formación de educadores e investigadores en el ámbito contemporáneo. Se encuentra en la investigación y la educación una cierta fusión de horizontes donde una no excluye a la otra, ya que el primer segmento de tal conjunción es la pregunta por la vida misma. Al indagar, nos formamos fronéticamente, pues solo el hombre es el único ente que se cuestiona de forma radical sobre el sentido de la existencia. Investigar sin examinar su contenido es algo que no merece un ser racional. La investigación consiste entonces en el movimiento dialéctico que deviene en una producción cognitiva de formas nuevas, y no la reproducción de una extensión pretérita, es decir, ofrece una configuración simbólica, donde el logos al adoptar una referencia particular, se correlaciona con los dispositivos de forma y contenido, y de identidad y diferencia. Se trata de reconstruir y reconstituir el conocimiento, para

combatir de manera discursiva y práxica, las formas que impiden la solidaridad y la reciprocidad del ser humano, y que violentan a la misma sociedad bajo la irracionalidad y la desigualdad. Para la hermenéutica analógica, la producción de conocimientos se dirige a una doble referencia: la teoría y la autonomía científica, en la que encuentra su racionalidad analógica en una dialéctica de la identidad y de la diferencia, guardando siempre una jerarquía la segunda sobre la primera.

La legitimidad de la investigación está cubierta en la medida que cumple su finalidad epistémica. En ella hay una especie de autoridad propia que se desarrolla bajo un canon de carácter interno. Es por eso que un criterio de la investigación es la autoreferencialidad, en la ruta de una tutela adecuada, capaz de garantizar la independencia frente al mercado; en consecuencia, podemos resumir que buena parte de las teorías de la investigación y la educación, no cumplen los mínimos criterios de legitimidad, ya que se han presentado como paradigmas y modelos cuando no lo son. La teoría de la investigación actual se encuentra frente a este desafío, que las teorías tradicionales no han sido capaces de problematizar, al encasillarse en los reducidos ángulos del formalismo y del indeterminismo. Tal imposibilidad epistemológica ha conducido a una crisis ontológica, ética y antropológica en la ciencia y la tecnología. Por esta vía, los enfoques tradicionales de la investigación no han podido solucionar, ni el aspecto normativo ni el principal; mucho menos los problemas derivados de la moral y la justicia, así como la cuestión de la coherencia y la consistencia interna en la producción de saberes innovadores. La tarea del investigador y el profesor analógico es formular las preguntas pertinentes que faciliten ese diálogo entre las personas. Si logramos este desafío, habremos contribuido a la aproximación de una investigación humanista.

V Conclusión

Como conclusión, vemos el horizonte de la hermenéutica analógica como una posibilidad real y efectiva de ser mejores docentes e investigadores y de explorar el bien común. La crítica de las ilusiones absolutistas y relativistas, no cancela de ninguna manera la esperanza analógi-

ca en el campo de la indagación científica. Hemos mantenido a lo largo y ancho de este ensayo, la idea de ubicar la investigación en el marco del realismo, dado que está vinculada a la ontología en tanto dimensión del ser, y a la ética como búsqueda del bien. En esa ruta, no es una propuesta que privilegie la univocidad o el discurso literalista propio del positivismo y de los enfoques metonimicistas, típicos del objetivismo. Tampoco puede entenderse como posmoderno, porque no privilegia la metafóricidad en la línea de la narratividad. Se propone un investigador y un profesor de corte analógico orientado a la búsqueda de la verdad. Ante el antirrealismo que propone la investigación posmoderna (Ciorán, 1987) y el realismo metonímico del racionalismo fisicalista (Bunge, 1988), se propone un realismo analógico, donde se privilegie la referencia y el sentido.

Hemos visto que los esquemas univocistas en la investigación han planteado una confianza desmesurada en la tecnología, apareciendo el culto a la información y a la comunicación como instrumento de sojuzgamiento; para ello, desprecian totalmente la idea de humanismo. Esa postura objetivista corresponde al ideal positivista de creer que el crecimiento de la tecnología por sí sola, implicará el desarrollo económico de una formación social. Lamentablemente, la historicidad de los esquemas de investigación está repleta de puntos de vista cerrados como ha sucedido con la filosofía sintética, el darwinismo social y el individualismo metodológico. Debido a esta cuestión, algunas líneas de investigación omiten que el hecho educacional implica cultivar en cada individuo el legado cognitivo y estético, que lo ha antecedido, o sea, convertir a cada ser humano en una recopilación de la historia y de la transformación del mundo. Esa orientación nos lleva a un giro de tuerca donde se hegemonice la educación y la investigación. A un nuevo Emilio que traslade la vuelta a la naturaleza por la reconstitución de la indagación (Rousseau, 2012). Lejos del imperativo humanista y en especial, al margen de la idea y la práctica, no queda más que una humanidad animalizada. Animalización de la bestia humana que solo nos conduce a la violencia. Lejos de tal designio, la investigación de nuevo tipo, puede abrirnos una posibilidad nueva en frenética búsqueda de la verdad.

SEMBLANZAS

Napoleón Conde Gaxiola (napoleon_conde@yahoo.com.mx)

Profesor de tiempo completo en la Maestría en Administración e Innovación del Turismo, de la Escuela Superior de Turismo, del Instituto Politécnico Nacional. Sus líneas de investigación giran en torno a la hermenéutica analógica en la temática del derecho y el turismo, en especial de la teoría del viaje y la hospitalidad, sobre las que ha escrito varios libros. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

REFERENCIAS

- Agustín, S. (2016). *La ciudad de Dios Vol. III*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Aquino, S. T. (2010). *Suma teológica tomo II*. Madrid: Biblioteca de autores cristianos.
- Aristóteles. (1982). *Tratados de Lógica (Organón)*. Madrid: Editorial Gredos.
- Baudrillard, J. (2002). *La ilusión vital*. México: Editorial Siglo XXI.
- Beuchot, M. (1997). *Tratado de hermenéutica analógica*. Ciudad de México: Facultad de Filosofía y Letras UNAM.
- Beuchot, M. (2000). *Las caras del símbolo: el icono y el idolo*. Madrid: Editorial Caparros.
- Beuchot, M. (2007). *Hermenéutica analógica y filosofía del Derecho*. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Beuchot, M. (2009). *Microcosmos. El hombre como compendio del ser*. Saltillo: Universidad Autónoma de Coahuila.
- Beuchot, M. (2011). *Manual de filosofía*. México: Editorial San Pablo.
- Beuchot, M. (2016). *Dialéctica de la analogía*. México: Paidós.
- Bunge, M. (1988). *Racionalidad y realismo*. Madrid: Alianza Editorial.
- Cervantes Saavedra, M. d. (2015). *Don Quijote de La Mancha*. Madrid: Editorial Destino.
- Cicerón, M. T. (2011). *De República*. Madrid: S.A. Bosch.
- Ciorán, E. (1987). *Ese maldito yo*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Cusa, N. d. (1994). *El juego de las esferas*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Deleuze, G. (2005). *Lógica del Sentido*. Madrid: Paidós.
- Derrida, J. (1997). *Fuerza de Ley. El fundamento místico de la autoridad*. Madrid: Tecnos.
- Descartes, R. (2007). *El discurso del método*. Madrid: Editorial AKAL.
- Foucault, M. (1979). *Microfísica del poder*. Madrid: Las ediciones de las piqueta.
- Hegel, G. W. (2007). *Filosofía de la Historia*. Madrid: Editorial Claridad.
- Hölderlin, F. (1998). *Hiperión o el eremita en Grecia*. Madrid: Editorial Hiperión.
- Kant, I. (1977). *Crítica de la razón práctica*. Buenos Aires: Losada.
- Konstantinov, F. (1960). *Fundamentos de filosofía marxista*. Ciudad de México: Editorial Grijalbo.
- Leibniz, G. W. (2005). *La monadología*. Buenos Aires: Editorial Quadrata.
- Lipovetsky, G. (2007). *La felicidad paradójica*. Madrid: Anagrama.
- Mettrie, J. O. (2000). *El hombre máquina; el arte de gozar*. Madrid: Editorial Valdemar.
- Ockham, G. (1992). *Obra política*. Madrid: Centro de Estudios Constitucionales.
- Pascal, B. (2014). *Pensamientos*. Madrid: RIALP.
- Peirce, C. S. (1988). *Escritos Lógicos*. Madrid: Editorial Alianza.
- Quintiliano, M. F. (2006). *Sobre la enseñanza de la oratoria*. Ciudad de México: Universidad Autónoma de México.
- Rabelais, F. (1987). *Gargantua y Pantagruel*. Barcelona: Editorial Lumen.
- Rijk, L. M. (1994). *Nicholas of Autrecourt. His Correspondence with Master Glies and Bernard of Arezzo*. Leiden: Brill.
- Rousseau, J.-J. (2012). *Emilio o de la educación*. Madrid: Alianza Editorial.
- Sade, M. d. (2016). *La filosofía en el tocador*. Buenos Aires: Editorial Austral.
- Viehweg, T. (2016). *Tópica y Jurisprudencia*. Ciudad de México: Editorial Aranzado.
- Wolff, C. (2000). *Pensamientos racionales. Acerca de Dios, el mundo y el alma del hombre, así como sobre todas las cosas en general*. Madrid: Akal.

Lineamientos

Docencia Politécnica

Revista de difusión docente de la Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional



Formación
Docente



Trayectorias



Tecnologías
Educativas



Educación
y Sociedad

SECCIONES EDITORIALES DE LA REVISTA:

Formación docente: Artículos inéditos escritos por docentes, referentes a teorías, metodologías o técnicas pedagógicas que aplican en su labor cotidiana en la educación presencial o a distancia, en el aula, en el laboratorio, en el campo o en el ciberespacio.

Trayectorias: Artículos inéditos escritos por docentes, referentes a la formación de competencias y habilidades de los estudiantes, analizadas en función de las necesidades, intereses y demandas de los problemas sociales, de la innovación y competitividad del sector productivo; así como la pertinencia social, laboral y productiva de los perfiles de ingreso y egreso de los alumnos politécnicos.

Tecnologías educativas: Artículos inéditos escritos por docentes, referentes a las experiencias de aplicación de tecnologías analógicas o digitales que mejoran la comprensión de los temas incluidos en los procesos de enseñanza aprendizaje en el aula, en el laboratorio o a distancia, especialmente Educación 4.0, desde apuntes impresos para clases hasta realidad virtual o inmersiva.

Educación y Sociedad: Artículos inéditos escritos por docentes, acerca de problemáticas sociales de profesores y alumnos, así como la responsabilidad y el compromiso social de unos y otros.

LINEAMIENTOS EDITORIALES

1. Los artículos enviados para su publicación deben ser inéditos, escritos con lenguaje claro, sintaxis correcta, estructura y secuencia lógica coherente de proposiciones, en un texto que aproveche al máximo los recursos narrativos, literarios y gramaticales del idioma español.
2. Los artículos deben presentarse en formato tamaño carta con extensión mínima de 14 cuartillas y máxima de 21, a una columna, fuente tipográfica Times Roman de 12 puntos, interlineado de 1.5 líneas, espaciado entre párrafos posterior de 12 puntos, en letras minúsculas, y en mayúsculas sólo en los casos autorizados por la gramática española.
3. El título debe contener un máximo de 15 palabras y corresponderse con el contenido del artículo.
4. Los artículos deben ir acompañados de un resumen con un máximo de 150 palabras más cinco o seis palabras clave en orden alfabético y que estén incluidas en el vocabulario controlado del IRESIE, el cual puede consultarse en el sitio web www.iisue.unam.mx
5. Los elementos gráficos como cuadros, gráficas, esquemas, dibujos o fotografías, deben mandarse por separado, ya que en el texto sólo servirán como referencia, debido a que insertadas en Word no cuentan con la calidad para impresión. Las imágenes o fotos deberán tener un formato jpg o tiff, con una resolución mínima de 250 dpi, en un tamaño de 15 cm de ancho por lo que de de largo.
6. Se evitarán notas al pie de página. 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. Todo artículo de revista digital deberá llevar el doi correspondiente y, en los textos tomados de páginas web modificables, se les añadirá la fecha de recuperación.
7. Anexar curriculum vitae resumido del autor o los autores en archivo Word por separado.
8. Los artículos deben enviarse a la dirección electrónica docenciahoy@ipn.mx

INNOVACIÓN

EDUCATIVA

Volumen 19

80

■ TERCERA ÉPOCA ■

mayo-agosto, 2019

may-august, 2019

ISSN 1665-2673

EN LA SECCIÓN ALEPH

Casos y retos de la educación 4.0

Cases and Challenges of Education 4.0

PATRICIA MARIELA DOMÍNGUEZ OSUNA MARÍA AMPARO OLIVEROS RUIZ
MARCOS ALBERTO CORONADO ORTEGA BENJAMÍN VALDEZ SALAS SONIA ESTHER GONZÁLEZ-MORENO
JORGE ABELARDO CORTÉS-MONTALVO NOHEMÍ LUGO-RODRÍGUEZ JULIO ERNESTO ROJAS MESA
LINDA ALEJANDRA LEAL URUEÑA MARÍA TERESA RASCÓN GÓMEZ FLORENCIO CABELLO
FERNÁNDEZ-DELGADO M^a COVADONGA DE LA IGLESIA VILLASOL PATRICIA SILVANA SAN MARTÍN
GONZALO DARÍO ANDRÉS MARÍA EVELINDA SANTIAGO JIMÉNEZ MARÍA EUGENIA LAZCANO HERRERO
LILIÁN HERNÁNDEZ NOLASCO DANIEL EDUARDO ARMIENTA MORENO CHARLES KECK
BRUCE FERGUSON ANTONIO SALDÍVAR MORENO





Docencia Politécnica

