Seminario Nacional de Tecnología Computacional en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas

AMIUTEM

"El saber de mis hijos hará mi grandeza"

Posgrado en Matemática EDUCATIVA Universidad de Sonora

SNTCEAM 2026 HERMOSILLO

memorias





Del 13 al 16 de Octubre

Universidad de Sonora

HERMOSILLO, SONORA

CENTRO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS

CUCEI

UASLP Universidad Autónoma de San Luis Potosí

UAdeC

CASIO Educación

www.amiutem.edu.mx @AMIUTEMredes

SEMINARIO NACIONAL DE TECNOLOGÍA COMPUTACIONAL EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS 2025.

Hermosillo, Sonora.

Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de Tecnología en Educación Matemática

RFC: AMI090227GD2

www.amiutem.edu.mx

Editores:

Martha Eugenia Compeán Jasso

Ulises Said Landín Juárez

Samantha Quiroz Rivera

Septiembre de 2026.

MESA DIRECTIVA:

Juan Rodrigo Lugo Pérez
Presidente

Martha Eugenia Compean Jasso
Vice-Presidenta

Ulises Saíd Landín Juárez
Tesorero

Diana Sarait Gómez Leal
Secretaria General

José Zambrano Ayala
Secretario de Actas

VOCALES:

Verónica Vargas Alejo

Samantha Quiroz Rivera

Elizabeth Guajardo García

ÍNDICE

Hermosillo, Sonora · 13 al 16 de octubre de 2026

ÍNDICE *4*

PROGRAMA *11*

CONFERENCIAS Y TALLERES *13*

MARTES 13 DE OCTUBRE DE 2026 ..... *14*

CONFERENCIA INAUGURAL *15*

Conferencia inaugural | 10:15–11:40 horas **16**

Modelización fenomenológica y sostenibilidad como nueva perspectiva para la Matemática Educativa .16

TALLERES *17*

Taller 1 · sesión 1 de 2 | 15:00–18:00 horas **18**

Parametrización de superficies y objetos físicos con GeoGebra 18

Taller 2 | 15:00–18:00 horas **19**

Actividades autoevaluables en GeoGebra 19

MIÉRCOLES 14 DE OCTUBRE DE 2026 ..... *20*

CONFERENCIA MAGISTRAL *21*

Conferencia magistral | 11:40–13:10 horas **22**

Modelación y uso de tecnologías para la matemática escolar. Una postura Socioepistemológica 22

TALLERES *23*

Taller 1 · sesión 2 de 2 | 15:00–18:00 horas **24**

Parametrización de superficies y objetos físicos con GeoGebra 24

Taller 2 | 15:00–18:00 horas **25**

DISEÑOS DE MODELACIÓN ESCOLAR CON USO DE CALCULADORAS CIENTÍFICAS. ANÁLISIS DE FUNCIONES 25

JUEVES 15 DE OCTUBRE DE 2026 ..... *26*

CONFERENCIA MAGISTRAL *27*

Conferencia magistral | 11:40–13:10 horas **28**

La IA en la matemática educativa 28

VIERNES 16 DE OCTUBRE DE 2026 ..... *29*

CONFERENCIA MAGISTRAL *30*

Conferencia magistral | 11:40–13:10 horas **31**

Los cursos de Geometría Analítica para las escuelas de ingeniería: una experiencia con tecnología 31

PONENCIAS SIMULTÁNEAS *32*

MARTES 13 DE OCTUBRE DE 2026 ..... *33*

I. Experiencias Docentes *34*

Ponencia I-2 | Martes 13 de octubre de 2026 35
REPRESENTACIONES ESPONTÁNEAS Y MODELACIÓN MATEMÁTICA EN UNA EXPERIENCIA STEAM CON ARDUINO EN LA FORMACIÓN DOCENTE INICIAL 35

II. Propuestas Didácticas 38

Ponencia II-1 | Martes 13 de octubre de 2026 39
COMPRENSIÓN DE ECUACIONES LINEALES MEDIANTE MANIPULATIVOS VIRTUALES DESARROLLADOS CON PYTHON: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA BASADA EN EL MODELO DE KASTBERG 39

Ponencia II-2 | Martes 13 de octubre de 2026 42
La (In)Dependencia Lineal 42

Ponencia II-3 | Martes 13 de octubre de 2026 45
La elipse con Realidad Virtual y Realidad Aumentada: una secuencia didáctica en Geometría Analítica. . 45

III. Pensamiento Matemático 49

Ponencia III-1 | Martes 13 de octubre de 2026 50
CONTEXTUALIZACIÓN CULTURAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA INFERENCIAL: EVIDENCIA EMPÍRICA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA 50
Zambrano Ayala José, Rodríguez García David Alejandro, Martínez Pérez Edith, Peñuelas Flores Marlén, Jiménez Ríos Carlos 50

Ponencia III-2 | Martes 13 de octubre de 2026 53
REPRESENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE SISTEMAS INERCIALES DE REFERENCIA. HACIA LA RELATIVIDAD ESPECIAL 53
Hernández Solís Armando, Santillán Vázquez Marco Antonio 53

Ponencia III-3 | Martes 13 de octubre de 2026 57
¡NECESITAMOS TENER COMPLEJOS! 57

IV. Modelación 60

Ponencia IV-2 | Martes 13 de octubre de 2026 61
LA INTERPRETACIÓN DE LA FUNCIÓN SINUSOIDAL Y SUS PARÁMETROS, EN EL ANÁLISIS DE LA SEÑAL LAMBDA DEL SENSOR DE OXÍGENO DEL SISTEMA DE ESCAPE DE UN AUTOMÓVIL 61

MIÉRCOLES 14 DE OCTUBRE DE 2026 64

I. Experiencias Docentes 65

Ponencia I-5 | Miércoles 14 de octubre de 2026 66
RETOS EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA SOBRE DIAGRAMAS DE CAJAS Y BIGOTES EN INGENIERÍA INDUSTRIAL: REPORTE DE UNA EXPERIENCIA DE DISEÑO EN INVESTIGACIÓN ESTADÍSTICA 66

Ponencia I-6 | Miércoles 14 de octubre de 2026 70
DISEÑO DE UNA CLASE HEURÍSTICA DE CIENCIAS DENTRO DEL MARCO DE LA NUEVA ESCUELA MEXICANA 70

Ponencia I-7 | Miércoles 14 de octubre de 2026 73
PROFESORES INVESTIGADORES DE BACHILLERATO EN ENTORNOS VIRTUALES Y EL DISEÑO DE UN PROYECTO STEM 73

Ponencia I-8 | Miércoles 14 de octubre de 2026 76
DEL CERN AL AULA: UNA EXPERIENCIA INTERNACIONAL PARA COLISIONAR IDEAS Y ACELERAR EL PENSAMIENTO MATEMÁTICO EN BACHILLERATO 76

Ponencia I-9 | Miércoles 14 de octubre de 2026 80
Explorando el potencial de la tecnología para el desarrollo del Pensamiento y Lenguaje Variacional 80

II. Propuestas Didácticas 84

Ponencia II-4 | Miércoles 14 de octubre de 2026 85
DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA FAVORECER EL DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO COVARIACIONAL LOGARÍTMICO-EXPONENCIAL MEDIANTE FRACTALES 85

Ponencia II-5 | Miércoles 14 de octubre de 2026 89
PROTOTIPO MÓVIL DE ÁBACO PREHISPÁNICO, PARA LA ENSEÑANZA DE LA ARITMÉTICA EN PRIMER Y SEGUNDO AÑO DE PRIMARIA 89

Ponencia II-6 | Miércoles 14 de octubre de 2026 92
INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA EN LA FORMACIÓN DEL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO EN SECUNDARIA 92

Ponencia II-7 | Miércoles 14 de octubre de 2026 95
Esfera interactiva para la alfabetización matemática y el desarrollo de competencias digitales 95

Ponencia II-8 | Miércoles 14 de octubre de 2026 99
ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA EDUCACIÓN FINANCIERA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR MEDIANTE EL USO DE PICTOBOX 99

Ponencia II-9 | Miércoles 14 de octubre de 2026 104
EL APRENDIZAJE DE LOS DIFERENCIALES A PARTIR DE SU CÁLCULO EN UN APPLET DE GEOGEBRA 104

III. Pensamiento Matemático 108

Ponencia III-4 | Miércoles 14 de octubre de 2026 109
La visualización como motor en el desarrollo de representaciones iniciales 109

Ponencia III-5 | Miércoles 14 de octubre de 2026 112
Una secuencia didáctica para Ecuaciones Diferenciales desde el punto de vista de Wejën Kajën 112

Ponencia III-6 | Miércoles 14 de octubre de 2026 116
VISUALIZACIÓN ESPACIAL: UN MARCO BIBLIOGRÁFICO 116

Ponencia III-7 | Miércoles 14 de octubre de 2026 120
ACTIVIDADES DIDÁCTICAS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PROPORCIÓN POBLACIONAL MEDIANTE EL ENFOQUE DE RAZONAMIENTO INFERENCIAL INFORMAL 120

Ponencia III-8 | Miércoles 14 de octubre de 2026 123
LA AUSENCIA DE TECNOLOGÍA COMO PROBLEMA CURRICULAR EN LA ENSEÑANZA DEL ÁLGEBRA TEMPRANA: UNA EVALUACIÓN DESDE LAS VOCES DE DOCENTES Y ESTUDIANTES EN UNA ESCUELA NORMAL DE NUEVO LEÓN 123

Ponencia III-9 | Miércoles 14 de octubre de 2026 127
El infinito: entre la fascinación divina y el obstáculo epistemológico 127

IV. Modelación *132*

Ponencia IV-4 | Miércoles 14 de octubre de 2026 ..... **133**
USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, EXCEL Y GEOGEBRA PARA ANALIZAR LA INFLUENCIA DEL CONTEXTO CULTURAL EN EL APRENDIZAJE DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA 133

Ponencia IV-5 | Miércoles 14 de octubre de 2026 ..... **135**
La Integral Definida en la Electrónica Digital: Análisis del Circuito Integrador con Tracker y GeoGebra 135

Ponencia IV-6 | Miércoles 14 de octubre de 2026 ..... **139**
LAS SUMAS DE RIEMANN COMO MODELO MATEMÁTICO PARA LA LECTURA DE CÓDIGOS DE BARRA EAN-13 139

Ponencia IV-7 | Miércoles 14 de octubre de 2026 ..... **152**
AJUSTE DINÁMICO DE PARÁMETROS EN LA MODELACIÓN MATEMÁTICA 152

Ponencia IV-8 | Miércoles 14 de octubre de 2026 ..... **155**
ROBÓTICA Y MODELACIÓN MATEMÁTICA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SITUACIONES PARA EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS 155

Ponencia IV-9 | Miércoles 14 de octubre de 2026 ..... **157**
ANÁLISIS DE LA TRAYECTORIA DE UN OBJETO EN MOVIMIENTO MEDIANTE HERRAMIENTAS DIGITALES 157

JUEVES 15 DE OCTUBRE DE 2026 ..... *160*

I. Experiencias Docentes *161*

Ponencia I-10 | Jueves 15 de octubre de 2026 ..... **162**
DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PARA LOS DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA EN JALISCO 162

Ponencia I-11 | Jueves 15 de octubre de 2026 ..... **167**
GAMIFICACIÓN Y PENSAMIENTO ADITIVO: UNA PROPUESTA CON MINECRAFT DESDE LOS PRINCIPIOS DE LA NUEVA ESCUELA MEXICANA 167
TALLER CREACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE INTERACTIVOS CON CANVAS DE GEMINI PARA PENSAMIENTO MATEMÁTICO 170

Ponencia I-13 | Jueves 15 de octubre de 2026 ..... **174**
TEMAS SELECTOS DE MATEMÁTICAS I SIN EXÁMENES 174

II. Propuestas Didácticas *177*

Ponencia II-10 | Jueves 15 de octubre de 2026 ..... **178**
DISEÑO DE ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ISOMETRÍAS MEDIANTE EL USO DEL GEOGEBRA EN EL BACHILLERATO 178

Ponencia II-11 | Jueves 15 de octubre de 2026 ..... **180**
MANERAS VARIACIONALES DE ENTENDER COMO CRITERIO PARA EL DISEÑO DE ACTIVIDADES MEDIADAS CON TECNOLOGÍA: EL CASO DE LA COVARIACIÓN EXPONENCIAL CONTINUA 180

Ponencia II-12 | Jueves 15 de octubre de 2026 ..... **183**

CODEMATH: HACKEANDO EL CÓDIGO DEL UNIVERSO. ESTRATEGIA NEUROEDUCATIVA CON GEOGEBRA PARA LA MEDIACIÓN DE REGISTROS DE REPRESENTACIÓN SEMIÓTICA EN LA TRANSICIÓN ARITMÉTICA-ÁLGEBRA-GEOMETRÍA 183
DISEÑO DE INSTRUMENTOS PARA VALORAR EL NIVEL DE LOGRO DE LAS COMPETENCIAS DEL CCDM 186

III. Pensamiento Matemático 189

Ponencia III-10 | Jueves 15 de octubre de 2026 190
Desarrollo del Pensamiento Variacional en Estudiantes de Educación Secundaria con el uso de Tecnología Digital a partir de Fenómenos Dinámicos 190

Ponencia III-12 | Jueves 15 de octubre de 2026 194
REGULACIÓN EMOCIONAL Y REPRESENTACIONES MATEMÁTICAS EN EL APRENDIZAJE DE SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES DE 2X2 MEDIADO POR UN RECURSO DIGITAL 194

Ponencia III-13 | Jueves 15 de octubre de 2026 197
Innovación e intervención educativa mediante plataformas adaptativas en la enseñanza de las matemáticas: Un análisis descriptivo en Educación Media Superior. 197
Marco Antonio Valiente Arano, José Roel Ramírez Perales, Valefka Deysaleff Ruiz Rivas, ... 197

IV. Modelación 209

Ponencia IV-11 | Jueves 15 de octubre de 2026 210
UNA PROPUESTA DEL USO DE LA SIMULACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE LAS PRUEBAS DE HIPÓTESIS EN EL NIVEL SUPERIOR 210

Ponencia IV-12 | Jueves 15 de octubre de 2026 213
RUTAS DE SOLUCIÓN asociadas a CICLOS DE MODELACIÓN en MEAS DEL TIPO MANIPULABLES FÍSICOS 213

VIERNES 16 DE OCTUBRE DE 2026 216

I. Experiencias Docentes 217

Ponencia I-14 | Viernes 16 de octubre de 2026 218
PLATAFORMAS EDUCATIVAS COMO APOYO EN TEMAS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DIFERENCIAL ... 218

Ponencia I-15 | Viernes 16 de octubre de 2026 221
ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS MEDIADAS POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA PARA EL DISEÑO DE EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE EN PROFESORES DE MATEMÁTICAS 221

Ponencia I-16 | Viernes 16 de octubre de 2026 224
GEOGEBRA COMO UNA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA APOYAR LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS 224

Ponencia I-17 | Viernes 16 de octubre de 2026 228
EXPERIENCIA DE ADAPTAR APPLETS DE GEOGEBRA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS ECUACIONES CUADRÁTICAS 228

II. Propuestas Didácticas 232

Ponencia II-14 | Viernes 16 de octubre de 2026 233

DISEÑO DE UN CURSO-TALLER PARA PROMOVER EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO-MATEMÁTICO DE PROFESORES DE SECUNDARIA SOBRE PENSAMIENTO ALGEBRAICO Y NIVELES DE ALGEBRIZACIÓN 233

Ponencia II-15 | Viernes 16 de octubre de 2026 236

LA MODELACIÓN MATEMÁTICA DE SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES CON DOS INCÓGNITAS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA APOYADA EN GEOGEBRA PARA UN GRUPO DE SEGUNDO GRADO DE SECUNDARIA 236

Ponencia II-16 | Viernes 16 de octubre de 2026 240

PROPUESTA DIDÁCTICA MEDIADA POR LA HERRAMIENTA TRACKER PARA EL APRENDIZAJE DE LA FUNCIÓN CUADRÁTICA EN EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR 240

Ponencia II-17 | Viernes 16 de octubre de 2026 244

DE LA DIRECCIÓN LOCAL A LA CURVA SOLUCIÓN: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA EN REALIDAD VIRTUAL PARA ECUACIONES DIFERENCIALES 244

III. Pensamiento Matemático 247

Ponencia III-14 | Viernes 16 de octubre de 2026 248

APRENDER MATEMÁTICAS JUGANDO: PERCEPCIÓN DOCENTE SOBRE EL USO DE VIDEOJUEGOS EN EL AULA 248

Ponencia III-15 | Viernes 16 de octubre de 2026 252

ENSEÑANZA DE LA DERIVADA EN CONTEXTOS DE MODELIZACIÓN MATEMÁTICA: ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE 252

Ponencia III-16 | Viernes 16 de octubre de 2026 257

GENERALIZACIÓN DE PATRONES FIGURALES EN EL NIVEL SUPERIOR: DIAGNÓSTICO Y RUTA DIDÁCTICA MEDIADA CON GEOGEBRA 257

IV. Modelación 261

Ponencia IV-14 | Viernes 16 de octubre de 2026 262

ROBÓTICA EDUCATIVA PARA CONTEXTUALIZAR EL CÁLCULO DEL CENTROIDE EN INGENIERÍA 262

Ponencia IV-16 | Viernes 16 de octubre de 2026 272

MatEntorno 3D. De la fórmula a la forma: el pensamiento matemático anclado en la cultura, la tecnología y la comunidad 272

Ponencia IV-16 | Viernes 16 de octubre de 2026 275

SISTEMA INTERACTIVO BASADO EN SENSORES DE PROFUNDIDAD PARA EL APRENDIZAJE DE LÍMITES: UN MARCO DIDÁCTICO DESDE DUVAL Y EL CONSTRUCTIVISMO 275

ÍNDICE POR AUTOR 277

PROGRAMA

PROGRAMA GENERAL SEMINARIO AMIUTEM

Seminario Nacional de Tecnología Computacional en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas (SNTCEAM)

HORA	Martes 13				Miércoles 14					Jueves 15					Viernes 16				
09:00 - 09:05 09:05 - 09:10 09:10 - 09:15 09:15 - 09:20 09:20 - 09:25 09:25 - 09:30 09:30 - 09:35 09:35 - 09:40	Registro y entrega de materiales				I-4	II-4	III-4	IV-4	Registro y entrega de materiales	I-10	II-10	III-10	IV-10	Registro y entrega de materiales	I-14	II-14	III-14	IV-14	Entrega de constancias
09:40 - 09:45 09:45 - 09:50 09:50 - 09:55 09:55 - 10:00 10:00 - 10:05 10:05 - 10:10	Inauguración				I-5	II-5	III-5	IV-5		I-11	II-11	III-11	IV-11		I-15	II-15	III-15	IV-15	
10:10 - 10:15 10:15 - 10:20 10:20 - 10:25 10:25 - 10:30 10:30 - 10:35 10:35 - 10:40	**Conferencia inaugural** *Dr. Fernando Hitt Espinosa, M.C. Valeria Michell Romero Avila* *TÍTULO:* *Modelización fenomenológica y sostenibilidad como nueva perspectiva para la Matemática Educativa*				I-6	II-6	III-6	IV-6		I-12	II-12	III-12	IV-12		I-16	II-16	III-16	IV-16	
10:40 - 10:45 10:45 - 10:50 10:50 - 10:55 10:55 - 11:00 11:00 - 11:05 11:05 - 11:10 11:10 - 11:15 11:15 - 11:20 11:20 - 11:25 11:25 - 11:30 11:30 - 11:35 11:35 - 11:40					I-7	II-7	III-7	IV-7		I-13	II-13	III-13	IV-13		I-17	II-17			
					I-8	II-8	III-8	IV-8		Mini taller informativo: Revista AMIUTEM **Dr. Ismael Castillo** Director de área de la Coordinación Sectorial Académica de la Subsecretaría de Educación Media Superior, responsable del programa de Pensamiento Matemático				Entrega de constancias				
					I-9	II-9	III-9	IV-9										
					Receso					Receso					Fotografía oficial 2a toma				
11:40 - 11:45 11:45 - 11:50	Fotografía oficial				**Conferencia magistral** *Dra. María Esther Magali Méndez Guevara* TÍTULO: *Modelación y uso de tecnologías para la matemática escolar. Una postura Socioepistemológica*					**Conferencia magistral** *Dra. Ana Isabel Sacristán Rock*					**Conferencia magistral** *Dr. José Luis Soto Munguía* TÍTULO: *Los cursos de Geometría Analítica para las escuelas de ingeniería: una experiencia con tecnología*				
11:50 - 11:55 11:55 - 12:00 12:00 - 12:05 12:05 - 12:10 12:10 - 12:15	I-1	II-1	III-1	IV-1															
12:15 - 12:20 12:20 - 12:25 12:25 - 12:30 12:30 - 12:35 12:35 - 12:40	I-2	II-2	III-2	IV-2															
12:40 - 12:45 12:45 - 12:50 12:50 - 12:55 12:55 - 13:00 13:00 - 13:05 13:05 - 13:10	I-3	II-3	III-3	IV-3															
13:10 - 15:00	Tiempo libre / comida				Tiempo libre / comida					Tiempo libre / comida					Clausura				
15:00 - 18:00	**TALLER 1: Parametrización de superficies y objetos físicos con GeoGebra** *Dr. José Luis Soto Munguía y Dra. María Antonieta Rodríguez Ibarra* (2 sesiones)		**TALLER 2: Actividades autoevaluables en GeoGebra** *Dr. César Fabian Romero* (1 sesión)		**TALLER 1**		**TALLER 3: Diseños de modelación escolar con uso de calculadoras científicas. Análisis de funciones** *Dra. María Esther Magali Méndez Guevara, Manuel Trejo Martínez, Eduardo Salgado Loyo* (1 sesión)			Tarde libre/cultural					REUNIÓN DE TRABAJO MESA DIRECTIVA AMIUTEM			
18:00 - 19:00	REUNIÓN DE TRABAJO MESA DIRECTIVA AMIUTEM				REUNIÓN DE TRABAJO MESA DIRECTIVA AMIUTEM														

CONFERENCIAS Y TALLERES

ACTIVIDADES ACADÉMICAS

MEMORIAS DEL SEMINARIO

Hermosillo, Sonora · 13 al 16 de octubre de 202

MARTES 13 DE OCTUBRE DE 2026

Conferencias y talleres

CONFERENCIA INAUGURAL

Conferencia inaugural | 10:15–11:40 horas

MODELIZACIÓN FENOMENOLÓGICA Y SOSTENIBILIDAD COMO NUEVA PERSPECTIVA PARA LA MATEMÁTICA EDUCATIVA

Fernando Hitt Espinosa, Valeria Michell Romero Avila

Université du Québec àu Montréal, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

Resumen

La conferencia propone fortalecer la función de la Matemática Educativa mediante una perspectiva de modelización fenomenológica orientada a la sostenibilidad. A partir del desbordamiento del río Tula, analizado como un fenómeno complejo, se muestra cómo una situación del mundo real puede incorporarse al aula como una situación de investigación que articula datos, simulaciones, representaciones y conceptos matemáticos desde una perspectiva de sostenibilidad. Con base en esta situación, se presenta un modelo teórico-práctico en el que el descubrimiento guiado de Freudenthal orienta la construcción de conocimiento, el aprendizaje en espiral de Mason favorece la reorganización progresiva de las ideas y el método ACODESA estructura la actividad individual y colectiva. Su finalidad trasciende el desarrollo de competencias al proponerse la construcción de un habitus fenomenológico: un sistema de disposiciones duraderas para comprender fenómenos complejos, anticipar consecuencias, argumentar, tomar decisiones y actuar responsablemente frente a problemas socioambientales.

TALLERES

Taller 1 · sesión 1 de 2 | 15:00–18:00 horas

PARAMETRIZACIÓN DE SUPERFICIES Y OBJETOS FÍSICOS CON GEOGEBRA

José Luis Soto Munguía y María Antonieta Rodríguez Ibarra

Universidad de Sonora

Resumen

Resumen: En este taller se introducirán herramientas básicas de GeoGebra para la representación y parametrización de superficies y objetos físicos en el espacio tridimensional. Se abordará la proyección de objetos sobre los planos cartesianos y, a partir de estas representaciones, se establecerán las bases para la parametrización de las superficies que limitan un sólido. El taller está dirigido a participantes con conocimientos básicos de GeoGebra y busca favorecer la exploración y visualización de objetos geométricos mediante representaciones dinámicas.
Número máximo de asistentes: 20
Dirigido a profesores de nivel medio superior y superior.

Taller 2 | 15:00–18:00 horas

ACTIVIDADES AUTOEVALUABLES EN GEOGEBRA

César Fabian Romero

Universidad de Sonora

Resumen

En este taller se desarrollarán actividades interactivas en GeoGebra que permitan dar retroalimentación inmediata a los estudiantes en la resolución de problemas o exploración de propiedades matemáticas. A partir de ejemplos concretos, se practicarán estrategias numéricas y gráficas para definir e implementar criterios de evaluación en applets de GeoGebra como: verificar construcciones, comparar resultados numéricos, evaluar condiciones avanzadas y generar mensajes de retroalimentación. Los participantes seleccionarán una o más de las estrategias presentadas para elaborar un applet propio según las necesidades de sus propios cursos o contenidos matemáticos de interés.

Dirigido a: Docentes y estudiantes de matemáticas.

MIÉRCOLES 14 DE OCTUBRE DE 2026

Conferencias y talleres

CONFERENCIA MAGISTRAL

Conferencia magistral | 11:40–13:10 horas

MODELACIÓN Y USO DE TECNOLOGÍAS PARA LA MATEMÁTICA ESCOLAR. UNA POSTURA SOCIOEPISTEMOLÓGICA

María Esther Magali Méndez Guevara

Universidad Autónoma de Guerrero

Resumen

Resumen de la conferencia. La modelación en la educación matemática tiene diversas acepciones y estas toman identidad desde las perspectivas teóricas y los objetivos de su empleo. Particularmente, se compartirá una postura de modelación que se cobija en la Socioepistemología, en este sentido la intención es proveer de escenarios para la construcción del conocimiento matemático. Se mostrará una postura sobre la modelación, así como el funcionamiento de esta en situaciones de aprendizaje cuyo objetivo es que los estudiantes construyan y desarrollen sus conocimientos matemáticos con el uso de medios tecnológicos.

TALLERES

Taller 1 · sesión 2 de 2 | 15:00–18:00 horas

PARAMETRIZACIÓN DE SUPERFICIES Y OBJETOS FÍSICOS CON GEOGEBRA

José Luis Soto Munguía y María Antonieta Rodríguez Ibarra

Universidad de Sonora

Resumen

Resumen: En este taller se introducirán herramientas básicas de GeoGebra para la representación y parametrización de superficies y objetos físicos en el espacio tridimensional. Se abordará la proyección de objetos sobre los planos cartesianos y, a partir de estas representaciones, se establecerán las bases para la parametrización de las superficies que limitan un sólido. El taller está dirigido a participantes con conocimientos básicos de GeoGebra y busca favorecer la exploración y visualización de objetos geométricos mediante representaciones dinámicas.
Número máximo de asistentes: 20
Dirigido a profesores de nivel medio superior y superior.

Taller 2 | 15:00–18:00 horas

DISEÑOS DE MODELACIÓN ESCOLAR CON USO DE CALCULADORAS CIENTÍFICAS. ANÁLISIS DE FUNCIONES

María Esther Magali Méndez Guevara; Manuel Trejo Martínez; Eduardo Salgado Loyo

Universidad Autónoma de Guerrero

Resumen

El estudio de las funciones ha sido una tarea importante en la educación matemática y sigue vigente, a pesar de ser un concepto matemático que se trabaja desde nivel secundaria los estudiantes universitarios siguen teniendo dificultades, ya que solo se asocia a una formula algebraica y se desconocen todas las demás formas o características de las mismas, sin embargo este concepto, se considera esencial no solo para la matemática sino también en otros campos de la ciencia porque ayuda a modelar una amplia gama de fenómenos, además una de sus características más importante es que ayuda a explicar procesos de variación, se ha evidenciado que la modelación ayuda al desarrollo de este concepto (Vargas, Reyes y Escalante, 2016; Avilés, Díaz y Díaz, 2024), en este sentido es de nuestro interés aportar un escenario sobre el estudio de la función desde el análisis variacional que se produce en un proceso de modelación, con lo cual se pone en juego una categoría de modelación para la matemática escolar (Méndez, Ferrari y Trejo, 2018; Méndez, 2022).

Referencias

Aviles, Díaz y Díaz, (2024). Función lineal y afín en libros de texto de secundaria: una revisión sistemática. INTERCIENCIA, 49(5), 284-291.

Méndez, M. (2022). Modelación escolar como eje de… [El resto de la referencia no aparece en la imagen].

JUEVES 15 DE OCTUBRE DE 2026

Conferencias y talleres

CONFERENCIA MAGISTRAL

Conferencia magistral | 11:40–13:10 horas

LA IA EN LA MATEMÁTICA EDUCATIVA

Ana Isabel Sacristán Rock

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

Resumen

En esta ponencia se abordarán las potencialidades, retos y peligros del uso de la Inteligencia Artificial por docentes y estudiantes en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Más allá de los problemas que se han observado del uso de las IA en matemáticas, se analizarán también las oportunidades de co-creación con IA para investigaciones matemáticas.

VIERNES 16 DE OCTUBRE DE 2026

Conferencias y talleres

CONFERENCIA MAGISTRAL

Conferencia magistral | 11:40–13:10 horas

LOS CURSOS DE GEOMETRÍA ANALÍTICA PARA LAS ESCUELAS DE INGENIERÍA: UNA EXPERIENCIA CON TECNOLOGÍA

José Luis Soto Munguía

Universidad de Sonora

PONENCIAS SIMULTÁNEAS

SESIONES POR SECCIÓN

MEMORIAS DEL SEMINARIO

Hermosillo, Sonora · 13 al 16 de octubre de 2026

MARTES 13 DE OCTUBRE DE 2026

I. Experiencias Docentes

Ponencias simultáneas

Ponencia I-2 | Martes 13 de octubre de 2026

REPRESENTACIONES ESPONTÁNEAS Y MODELACIÓN MATEMÁTICA EN UNA EXPERIENCIA STEAM CON ARDUINO EN LA FORMACIÓN DOCENTE INICIAL

Espino Flores, Gessure Abisaí

Escuela Normal Superior, plantel Hermosillo, México

g.espino@creson.edu.mx

Nivel Superior. Experiencia docente: Modelación.

Palabras clave: Representaciones semióticas; Arduino; STEAM; formación docente; modelación matemática.

Resumen

Se presenta una experiencia docente desarrollada con estudiantes de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas de la Escuela Normal Superior, plantel Hermosillo, centrada en el diseño de proyectos STEAM mediados por Arduino y sensores. El propósito fue reconocer cómo los futuros docentes producen y transforman representaciones espontáneas al trabajar con fenómenos medibles de su entorno. Desde la teoría de los registros de representación semiótica de Duval, la experiencia permitió observar el tránsito entre distintos registros: verbal, icónico, tabular, gráfico, algebraico y algorítmico. Entre los proyectos elaborados destacaron un sensor ultrasónico para registrar distancia respecto al tiempo y un sistema de monitoreo ambiental para medir temperatura y humedad en el aula. Ambos casos favorecieron la articulación entre fenómeno, dato, tabla, gráfica e interpretación matemática, así como la reflexión sobre su posible uso en secuencias didácticas para educación básica o media superior.

Referente teórico

La teoría de los registros de representación semiótica permite analizar la actividad matemática a partir de las formas en que los sujetos producen, transforman y coordinan representaciones. Desde esta perspectiva, comprender un objeto matemático implica reconocerlo en distintos registros, como el lenguaje natural, tablas, gráficas, expresiones algebraicas, esquemas o diagramas. Dos procesos resultan centrales: el tratamiento, entendido como la transformación dentro de un mismo registro, y la conversión, como el paso de un registro a otro (Duval, 2006).

En experiencias mediadas por tecnología, esta perspectiva resulta pertinente porque los dispositivos no generan por sí mismos comprensión matemática; producen datos que requieren ser organizados, representados e interpretados. Así, el tránsito entre fenómeno, dato, tabla, gráfica, código y explicación matemática constituye un espacio para analizar procesos de modelación, entendida como una actividad orientada a interpretar fenómenos reales mediante herramientas y representaciones matemáticas (Borromeo Ferri, 2018; Duval, 2006).

En este trabajo, las representaciones espontáneas se entienden como producciones iniciales que los futuros docentes elaboran para describir o anticipar un fenómeno antes de formalizarlo

matemáticamente. Desde esta perspectiva, Arduino se concibe como un mediador semiótico, pues permite transformar fenómenos reales en datos susceptibles de representación, análisis e interpretación matemática (Duval, 2006; Borromeo Ferri, 2018).

Desarrollo y resultados

La experiencia se desarrolló con 19 estudiantes de segundo año de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas, organizados en cuatro equipos. Se vinculó con los cursos de Tecnologías y Diseño Didáctico y Lógica e Introducción a Lenguajes de Programación, en correspondencia con la orientación curricular hacia el uso didáctico de tecnologías y lenguajes de programación en la formación docente inicial (CRESON, 2024; SEP, 2023).

Los estudiantes seleccionaron fenómenos medibles de su entorno y elaboraron representaciones espontáneas sobre las variables involucradas, tales como descripciones verbales, dibujos de circuitos, anticipaciones gráficas y esquemas de relación entre variables. Posteriormente, construyeron prototipos con Arduino y sensores, apoyándose en Tinkercad para simular conexiones y en hojas de cálculo para organizar los datos.

Entre los proyectos desarrollados destacaron un sensor ultrasónico para registrar distancia respecto al tiempo (ver Figura 1) y un sistema de monitoreo ambiental para medir temperatura y humedad en el aula. El primero permitió trabajar variables, tablas, gráficas, funciones lineales, variación y razones de cambio; el segundo favoreció el análisis de datos, la interpretación de variabilidad y el uso de gráficas en un contexto cercano a los estudiantes.

Desde la teoría de Duval, se observó una cadena de conversiones entre registros: del fenómeno físico a la medición del sensor, del dato numérico a la tabla, de la tabla a la gráfica y de la gráfica a una interpretación matemática (ver Figura 2). Este tránsito permitió reconocer que las representaciones espontáneas funcionaron como punto de partida para construir significados matemáticos más organizados (Duval, 2006).

Los resultados muestran que algunos equipos lograron producir datos y gráficas, pero tuvieron dificultades para explicar matemáticamente la relación entre variables o para vincular el código de programación con el fenómeno representado. Esto evidencia que el uso de Arduino requiere mediación didáctica para favorecer la conversión entre registros y la interpretación de los datos. Como productos, los estudiantes elaboraron circuitos, códigos básicos, registros de datos, gráficas, videos explicativos e informes reflexivos.

Conclusiones

La experiencia permite sostener que los proyectos STEAM con Arduino son pertinentes para promover la modelación matemática, el pensamiento variacional, el análisis de datos y el pensamiento computacional en la formación inicial de profesores. Su valor formativo no radica únicamente en hacer funcionar un dispositivo, sino en generar condiciones para que los estudiantes produzcan, transformen e interpreten representaciones matemáticas de fenómenos reales (Borromeo Ferri, 2018; Duval, 2006).

Desde la teoría de los registros de representación semiótica, las principales oportunidades de aprendizaje se ubicaron en los procesos de conversión entre registros. El tránsito del fenómeno al dato, de la tabla a la gráfica, de la gráfica a la interpretación matemática y del código a la explicación del fenómeno permitió reconocer avances y dificultades en la comprensión de los futuros docentes (Duval, 2006).

Las representaciones espontáneas fueron relevantes porque hicieron visibles las ideas iniciales de los estudiantes sobre las variables, los datos y las relaciones matemáticas involucradas. Finalmente, la experiencia evidencia que Arduino puede funcionar como mediador semiótico cuando su uso se orienta a la producción, comparación e interpretación de representaciones, y no solo como recurso técnico o motivacional.

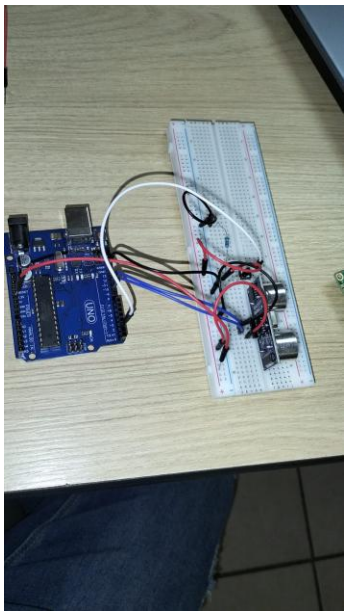


Figura 1: Prototipo con sensor ultrasónico para el registro de distancia respecto al tiempo.

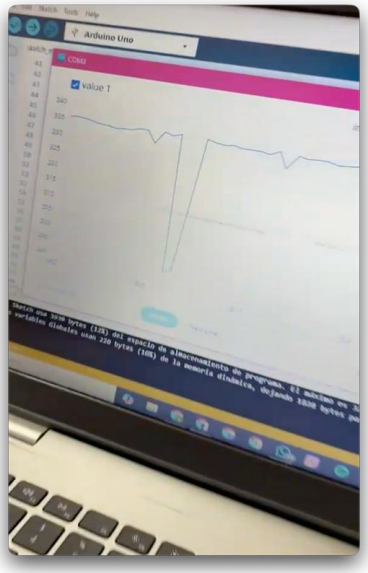


Figura 2: Visualización gráfica de datos capturados con Arduino para su interpretación matemática.

Referencias

Borromeo Ferri, R. (2018). Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education. Springer. https://doi.org/ndp2

Centro Regional de Formación Profesional Docente de Sonora. (2024). Lógica e introducción a lenguaje de programación. Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas. Plan de Estudios 2022. CRESON.

Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. Educational Studies in Mathematics, 61(1–2), 103–131. https://doi.org/d4bgv5

Secretaría de Educación Pública. (2023). Tecnologías y diseño didáctico. Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas. Plan de Estudios 2022. Dirección General de Educación Superior para el Magisterio.

II. Propuestas Didácticas

Ponencias simultáneas

Ponencia II-1 | Martes 13 de octubre de 2026

COMPRENSIÓN DE ECUACIONES LINEALES MEDIANTE MANIPULATIVOS VIRTUALES DESARROLLADOS CON PYTHON: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA BASADA EN EL MODELO DE KASTBERG

Dominguez Betancourt Jose Roberto, Mendoza Sandoval Esteban, Francisco Alonso Santiago y Flores Sandoval Isamar

Universidad Autónoma de Guerrero, México.

18316769@uagro.mx, emendoza@uagro.mx, falonsos@uagro.mx, isamarfloressandoval@gmail.com

Primer grado de Secundaria, Tecnologías de la información y comunicación

Palabras clave: Ecuaciones lineales, Manipulativos virtuales, Python, Modelo de Kastberg, Educación Secundaria.

Resumen

El desarrollo del pensamiento algebraico constituye uno de los propósitos fundamentales de la enseñanza de las matemáticas en educación secundaria, debido a que permite a los estudiantes representar relaciones entre cantidades, modelar situaciones y resolver problemas mediante el uso del lenguaje algebraico (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2022). Dentro de este proceso formativo, las ecuaciones lineales representan un contenido esencial, ya que favorecen la transición del razonamiento aritmético hacia formas de pensamiento más abstractas. Sin embargo, diversos estudios han documentado que su aprendizaje continúa representando un reto para un número importante de estudiantes, quienes suelen centrar su atención en la aplicación de procedimientos, sin comprender el significado de las relaciones algebraicas involucradas (Pantoja-Portillo, 2021; López et al., 2024; Vásquez-Alvial., 2024).

La comprensión de las ecuaciones lineales continúa representando uno de los principales desafíos para la enseñanza del álgebra en educación secundaria, debido a que numerosos estudiantes resuelven ecuaciones mediante procedimientos previamente aprendidos sin comprender el significado de las relaciones algebraicas involucradas. Investigaciones recientes señalan que estas dificultades se manifiestan en la interpretación del signo igual como relación de equivalencia, la identificación de variables, la coordinación de diferentes representaciones y la traducción de situaciones del lenguaje cotidiano al lenguaje algebraico (Pantoja-Portillo, 2021; López et al., 2024; Vásquez-Alvial et al., 2024).

En los últimos años, la incorporación de recursos tecnológicos ha abierto nuevas posibilidades para favorecer la comprensión de conceptos matemáticos mediante ambientes de aprendizaje interactivos. En particular, los manipulativos virtuales permiten representar dinámicamente objetos matemáticos y promover procesos de exploración, argumentación y construcción de significados. No obstante, la revisión de la literatura muestra que aún son limitadas las investigaciones orientadas al diseño de manipulativos virtuales desarrollados mediante Python para la enseñanza de las ecuaciones lineales, así como aquellas que analizan la comprensión de este objeto matemático desde el modelo de Kastberg. Asimismo, retomando los aportes de Barragán-Mosso et al., 2024 destacan el potencial de los manipulativos virtuales para favorecer procesos de visualización,

exploración e interpretación durante el aprendizaje de las matemáticas. Desde esta perspectiva, los manipulativos virtuales desarrollados mediante Python se conciben como recursos didácticos que posibilitan la interacción con las ecuaciones lineales y apoyan la construcción de una comprensión más significativa.

En atención a esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo diseñar e implementar una propuesta didáctica de enseñanza apoyada en manipulativos virtuales desarrollados con Python para favorecer la comprensión de las ecuaciones lineales en estudiantes de primer grado de secundaria de la Escuela Secundaria General “José Inocente Lugo”, de Ciudad Altamirano, Guerrero.

La investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo y adopta como referente de análisis el modelo de comprensión matemática propuesto por Kastberg (2002), el cual plantea que la comprensión de un objeto matemático evoluciona a partir de las relaciones que los estudiantes establecen entre diferentes representaciones, significados y formas de utilización del conocimiento. Este modelo permitirá analizar cómo se transforma la comprensión de las ecuaciones lineales durante la implementación de la propuesta didáctica. Participarán estudiantes de primer grado de la escuela Secundaria General José Inocente Lugo, ubicada en Ciudad Altamirano, Guerrero.

En una primera etapa, se identificarán las dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión de las ecuaciones lineales, posteriormente se diseñará e implementará una propuesta didáctica apoyada en manipulativos virtuales desarrollados mediante Python. La comprensión alcanzada será analizada mediante la revisión de las producciones de los estudiantes, observaciones de clase y demás evidencias generadas durante la intervención.

Los manipulativos virtuales consistirán en recursos interactivos que representarán dinámicamente las relaciones de equivalencia presentes en las ecuaciones lineales, permitiendo a los estudiantes explorar, realizar transformaciones equivalentes y justificar los procedimientos empleados durante su resolución. Se espera que la interacción con estos recursos favorezca la construcción de significados alrededor de las ecuaciones lineales y contribuya al fortalecimiento del pensamiento algebraico mediante experiencias de aprendizaje centradas en la exploración, la representación y la resolución de problemas.

Se espera que la implementación de la propuesta didáctica apoyada en manipulativos virtuales desarrollados mediante Python favorezca la comprensión de las ecuaciones lineales, en los estudiantes participantes, al propiciar la exploración, la visualización y la interpretación de las relaciones algebraicas presentes en una ecuación. Asimismo, se espera que la integración con estos recursos contribuya a que los estudiantes establezcan conexiones entre diferentes representaciones matemáticas y comprendan el significado de las transformaciones realizadas durante la resolución de ecuaciones lineales.

La revisión de la literatura y el análisis del contexto escolar evidencian que la comprensión de las ecuaciones lineales continúa representando un desafío para la enseñanza del álgebra en educación secundaria, particularmente cuando el aprendizaje se centra en la aplicación de procedimientos sin favorecer la construcción de significados.

En este escenario, la presente investigación propone una alternativa didáctica que integre manipulativos virtuales desarrollados mediante Python como recursos para promover la exploración, la visualización y la comprensión de las relaciones algebraicas involucradas en las ecuaciones lineales.

Se espera que los resultados contribuyan a generar evidencia sobre el uso de recursos tecnológicos desarrollados con Python para favorecer la enseñanza del álgebra y ofrezcan una alternativa didáctica que pueda adaptarse a otros contextos de educación secundaria.

Referencias

Barragán-Mosso, G., Campo-Meneses, K. G. y García-García, J. (2024). Conexiones matemáticas asociadas a la ecuación lineal que establecen estudiantes de bachillerato. Avances de investigación en educación matemática: AIEM, (25), 9-31. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9688385.pdf

Kastberg, S. E. (2002). Understanding mathematical concepts: The case of the logarithmic function (Doctoral dissertation, University of Georgia).

López, A. C., Sanchez-Jiménez, E. y López, A. M. (2024). La ecuación lineal en un libro de texto oficial en República Dominicana (2013-2023): enseñanza. Educateconciencia, 32(3), 6-37. https://doi.org/10.58299/edutec.v32i1.760

Pantoja-Portillo, Y. M. (2021). Errores en la conversión de representaciones en problemas con ecuaciones lineales. Revista UNIMAR, 39(1), 56–63. https://doi.org/10.31948/Rev.unimar/unimar39-1-art4

Secretaría de Educación Pública. (2022). Plan de estudio para la educación básica 2022. Gobierno de México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5661846

Vásquez-Alvial, I., Flores-Francino, K. y Prieto-González, J. L. (2024). Representaciones semióticas en el álgebra escolar: una revisión sistemática de la literatura entre 2013-2022. Educación, 33(65), 81-104. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9814210.pdf

Ponencia II-2 | Martes 13 de octubre de 2026

LA (IN)DEPENDENCIA LINEAL

Ramírez Sandoval Osiel, Vázquez Padilla Rita, Méndez Gurrola Iris

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, México.

osiel.ramirez@uacj.mx, rita.vazquez@uacm.edu.mx, iris.mendez@uacj.mx

Superior, Experiencia docente

Vector, Espacio Vectorial, Independencia Lineal, GeoGebra

Resumen

El concepto de Independencia Lineal es fundamental para el entendimiento de muchos aspectos del Álgebra Lineal, porque a su vez permite acceder a la comprensión de otros conceptos como: Espacio Vectorial, Combinación Lineal, Base, Dimensión, Solución de Sistemas de Ecuaciones, etc. Es decir; la compresión del concepto es una herramienta necesaria para analizar y trabajar con otros conceptos, cuyo dominio es esencial para cualquier estudio avanzado en matemáticas, física, ingeniería y más.

Emplear un Software de Geometría Dinámica (GeoGebra) en la enseñanza de las matemáticas concede una cascada de atributos como lo son: Visualización, Interactividad y Experimentación, pasando por la Motivación y el Interés de los estudiantes al atender conceptos abstractos que se pueden construir en este Software. GeoGebra permite representar visualmente a un conjunto de vectores en y es una herramienta poderosa para evidenciar la comprensión conceptual de un estudiante al determinar si estos vectores son Linealmente (In)Dependientes. $\mathbb{R}^3$

Antecedentes

La enseñanza y el aprendizaje del Álgebra Lineal ha sido y sigue siendo un tema de amplio interés para la comunidad de educadores matemáticos de nivel superior (Dorier, J. L., & Sierpinska, A, 2001; Harel, 2018; Stewart, S., Andrws-Larson, C., & Zandieh, M, 2019; Trigueros, M., & Wawro, M., 2020) dado que la mayoría de los programas universitarios que se enfocan en ciencia y/o tecnología principalmente. Evidencia de ello es que al menos un curso de esta asignatura está incluido durante los dos primeros años universitarios en prácticamente todas las ingenierías y máxime en programas de ciencias básicas.

Como se ha mencionado, la comprensión del concepto de (In)Dependencia Lineal es fundamental en un curso de Álgebra Lineal, pero frecuentemente representa un reto para los estudiantes debido a su alto nivel de abstracción. Diversos estudios han propuestos enfoques visuales y representaciones geométricas para facilitar la enseñanza de estos temas, pero todos ellos en geometría plana (estática).

Planteamiento del fenómeno de interés

El profesor de matemáticas Mitsuru Kawazoe de la Universidad de Osaka, presentó en el la tercera conferencia de la Red Internacional de Investigación Didáctica en Matemáticas

Universitarias (INDRUM por sus siglas en inglés International Network for Didactic Research in University Mathematics) una investigación titulada “Relation Between Understandings of Linear Algebra Concepts in the Embodied World and in the Symbolic World” (Kawazoe, 2020) explora cómo los estudiantes comprenden conceptos fundamentales del Álgebra Lineal, como la Independencia Lineal y Base, bajo el enfoque del modelo de los “tres mundos del pensamiento matemático: Mundo encarnado, mundo simbólico y mundo formal”, propuesto por David Tall.

Para los propósitos de su investigación, se diseñaron algunas tareas específicas para evaluar las concepciones de los estudiantes que participaron en la investigación. Una de ellas, fue la que se presenta a continuación:

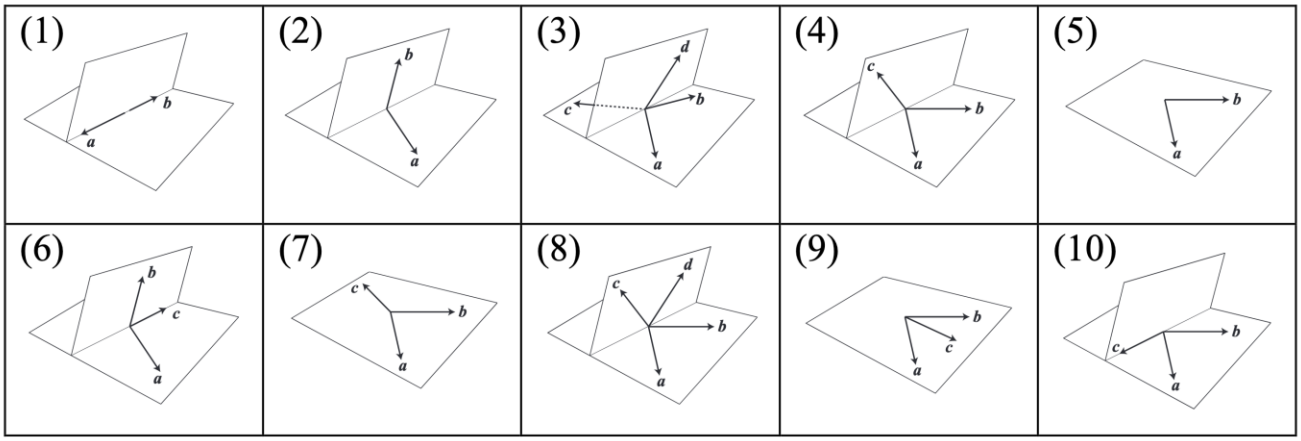


Figura 1: Situaciones contempladas en Kawazoe (2020).

Retomando la propuesta Mitsuru Kawazoe y compartiendo la importancia de integrar múltiples enfoques cognitivos en la enseñanza del Álgebra Lineal, se diseña una nueva propuesta de las situaciones de un conjunto de vectores, pero en esta ocasión en el espacio con apoyo de GeoGebra para mostrar la colección de vectores de manera dinámica, como se muestra a continuación a manera de ilustración.$\mathbb{R}^3$

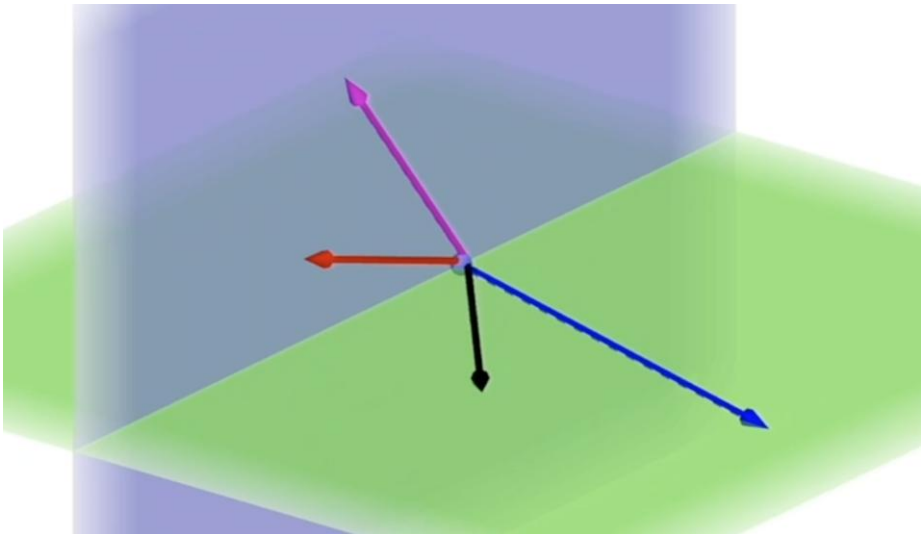


Figura 2.: Producción propia con apoyo de GeoGebra

Se busca investigar si un estudiante que ha cursado un curso de Álgebra Lineal logra identificar o no, un conjunto de vectores Linealmente (In)dependientes, así como sus argumentos. En caso de no lograrlo, indagar cuáles son las posibles fuentes que no permiten que el estudiante logre identificarlos, así como el diseño de algunas actividades didácticas que contribuyan a superar los obstáculos identificados.

Tenemos el supuesto que, aunque las representaciones visuales pueden apoyar la comprensión simbólica, es necesario desarrollar estrategias didácticas más efectivas que fortalezcan concepciones de los conceptos matemáticos, en la medida que sea posible. Esto podría incluir actividades que conecten experiencias físicas con representaciones simbólicas y formales, promoviendo una comprensión más profunda y flexible de los conceptos matemáticos.

Objetivo

Evidenciar cómo algunos estudiantes mediante una entrevista individual, abordan una situación matemática que involucra el concepto de (In)dependencia Lineal a través de la presentación de una colección de vectores dinámicos con apoyo del Software de Geometría Dinámica GeoGebra 3D; asimismo, conocer los argumentos que emplean para discernir si dichos vectores son Linealmente (In)dependientes.

En caso de encontrar obstáculos para alcanzar tal próposito; indagar cuáles son las fuentes que provocan que los estudiantes no les permita indentificar la (In)dependencia Lineal; para diseñar una colección de tareas que contribuya a superar tales obstáculos, así como realizar algunas recomendaciones pedagógicas que se desprendan de esta experiencia docente.

Referencias

Dorier, J.-L., & Sierpinska, A. (2001). Research into the teaching and learning of linear algebra.

Harel, G. (2018). The learning and teaching of linear algebra through the lenses of intellectual need and epistemological justification and their constituents. En S. Stewart, C. Andrews-Larson, A. Berman, & M. Zandieh (Eds.), Challenges and strategies in teaching linear algebra (pp. 3–27). Springer.

Kawazoe, H. (2020). Relation between understandings of linear algebra concepts in the embodied world and in the symbolic world.

Stewart, S., Andrews-Larson, C., Berman, A., & Zandieh, M. (Eds.). (2019). Challenges and strategies in teaching linear algebra. Springer.

Trigueros, M., & Wawro, M. (2020). Linear algebra teaching and learning. En S. Lerman (Ed.), Encyclopedia of Mathematics Education (pp. 474–478). Springer.

Ponencia II-3 | Martes 13 de octubre de 2026

LA ELIPSE CON REALIDAD VIRTUAL Y REALIDAD AUMENTADA: UNA SECUENCIA DIDÁCTICA EN GEOMETRÍA ANALÍTICA.

Elizabeth Guajardo García, Miguel Ángel Martínez Martínez, Moisés Guillermo Meza Valles, Julián Martínez Torres

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, México

elizabeth.guajardogr@uanl.edu.mx, miguel.martinezmrt@uanl.edu.mx, moises.mezav@uanl.edu.mx, julian.martineztrs@uanl.edu.mx

Nivel Medio y Superior, Experiencia Docente, Visualización

Palabras Clave: Elipse, Realidad Virtual, Realidad Aumentada, GeoGebra, Esferas de Dandelin.

Resumen

Se presenta una secuencia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la elipse, implementada con estudiantes de primer ingreso en Geometría Analítica de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). La propuesta integra cuatro sesiones que abarcan desde el origen histórico de las cónicas hasta la representación algebraica y gráfica de la elipse, incorporando Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA) mediante GeoGebra 3D, GeoGebra AR, el visor HTC Vive y el software CalcFlow (Nanome Inc.). A través de la construcción dinámica de las Esferas de Dandelin en un entorno tridimensional, los estudiantes alcanzaron una comprensión clara y significativa de la definición geométrica de la elipse y la ubicación de sus focos.

Introducción

La enseñanza de las matemáticas en el nivel superior ha hecho hincapié más en la memorización de procedimientos sin entender las razones detrás de ellos, por eso es muy frecuente que los estudiantes se pregunten: ¿para qué sirve esto? la pregunta es completamente legítima y, en la experiencia docente en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas (UANL), resulta particularmente frecuente al llegar al estudio de las secciones cónicas.

Ante este panorama, la búsqueda de estrategias que resignifiquen el aprendizaje de las matemáticas se convierte en una necesidad real. Los objetivos de este trabajo son: (1) diseñar una secuencia didáctica que integre la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada para la enseñanza de la elipse en Geometría Analítica; (2) implementar la secuencia con estudiantes de primer ingreso; y (3) evaluar su impacto en la comprensión conceptual, la conversión entre registros de representación, y la motivación hacia el aprendizaje matemático.

Marco Teórico

El diseño y la implementación de la secuencia didáctica propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la elipse se fundamentan en primera instancia, en la Teoría de los Registros de Representación Semiótica de Raymond Duval (1993), debido a que los objetos matemáticos no son accesibles directamente de forma física, su enseñanza depende de cómo los representamos.

La verdadera comprensión matemática no reside en la memorización, sino en la capacidad de transitar entre registros, es decir, de cambiar de una forma de representación a otra. Para que el estudiante comprenda realmente la elipse, entonces, es necesario que pueda realizar conversiones entre los registros de representación, es decir, debe ser capaz de transitar entre el registro verbal (su definición como lugar geométrico), el registro geométrico o gráfico (la curva y sus elementos como focos, vértices, eje mayor, etc.) y el registro analítico o algebraico (su ecuación ordinaria o general).

Esta diversificación semiótica potencia directamente el Aprendizaje Significativo de David Ausubel (2002), el cual ocurre cuando el nuevo conocimiento se conecta con lo que el alumno ya sabe, con sus conocimientos previos.

Para la construcción del conocimiento matemático, la secuencia didáctica propuesta, se basa en la teoría sociocultural de Lev Vygotsky (1978), la cual reconoce que el aprendizaje no es un proceso individual, sino un proceso social.

Además, el uso de las tecnologías inmersivas, específicamente la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA), responde a la necesidad de superar las limitaciones de visualización que imponen las representaciones bidimensionales tradicionales en el estudio de la geometría analítica. Estudios actuales destacan que la RV y la RA mejoran significativamente la comprensión de conceptos abstractos al permitir la manipulación interactiva de objetos tridimensionales en tiempo real (Buentello Montoya et al., 2021; Mavromatis et al., 2025; Wang et al., 2024).

Metodología

La propuesta fue implementado a 35 estudiantes de primer ingreso de la asignatura Geometría Analítica en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), materia obligatoria en el primer semestre de todas las carreras de la institución.

Para evaluar la efectividad de la secuencia, se aplicó una encuesta de 11 ítems con escala Likert organizados en seis dimensiones, complementada con tres preguntas abiertas que permitieron capturar perspectivas cualitativas de los estudiantes.

La secuencia didáctica consta de cuatro sesiones:

Sesión 1. Introducción: del origen histórico a las Esferas de Dandelin

Sesión 2. Marco teórico: definición, elementos y representaciones de la elipse

Sesión 3. Práctica: de la ecuación a la gráfica

Sesión 4. Integración de la tecnología: RA con GeoGebra y RV con visor HTC Vive virtual.



Figura 1. Uso del visor HTC Vive

Resultados

Se presentan los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los 35 estudiantes que participaron en la secuencia didáctica. La encuesta fue diseñada para evaluar la percepción de los estudiantes sobre el uso de la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA) como herramientas de apoyo en el aprendizaje de la elipse. Los resultados se organizan en seis dimensiones: motivación y actitud, comprensión conceptual, registros de representación semiótica, experiencia de uso, comparación con métodos tradicionales y opinión general.

En síntesis, los estudiantes reportaron percepciones altamente positivas en dimensiones afectivas (motivación: 77.2%, interés en futuras aplicaciones: 80%) y en comprensión visual (77.2% visualizó con claridad los elementos). Sin embargo, las puntuaciones fueron moderadas en la conversión entre registros de representación (54.3% para relacionar gráfica con ecuación, 48.5% para transitar de figura a fórmula). Este patrón de resultados es teóricamente significativo. En términos de Duval, demuestra que la herramienta tecnológica es especialmente efectiva para la visualización del objeto matemático, mas no garantiza por sí sola la conversión entre registros. Los resultados muestran que la Realidad Virtual y Realidad Aumentada funcionan mejor no como reemplazo de la instrucción tradicional, sino como complementos que favorecen el aprendizaje cuando se integran dentro de una secuencia didáctica planificada.

Conclusiones

La integración de la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada en la enseñanza y el aprendizaje de las secciones cónica, en particular de la elipse, resultó ser una experiencia significativa, tanto para los estudiantes como para el docente. La secuencia de cuatro sesiones permitió construir el conocimiento de manera progresiva: del contexto histórico a la formalización teórica, de la práctica algebraica a la exploración tridimensional.

La Realidad Virtual y la Realidad Aumentada han demostrado ser especialmente efectivas para el aprendizaje de la geometría tridimensional, permitiendo que los estudiantes interactúen dinámicamente con objetos que, de otro modo, solo podrían imaginarse o visualizarse sólo en el

plano bidimensional (Buentello Montoya et al., 2021; Mavromatis et al., 2025). También se contó con la accesibilidad de GeoGebra para el uso de la Realidad Aumentada, ya que es una App gratuita y no requiere equipamiento especializado costoso, solo dispositivos móviles que la mayoría de los estudiantes universitarios ya poseen. Esto ayuda a que el acceso a esta tecnología sea viable en contextos escolares.

Referencias

Ausubel, D. P. (2002). The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view. Kluwer Academic Publishers.

Buentello Montoya, D., Lomeli Plascencia, M., & Medina Herrera, L. (2021). The role of reality enhancing technologies in teaching and learning of mathematics. Computers & Electrical Engineering, 94(1), 120-135. https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107287

Duval, R. (1993). Registros de representacion semiotica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, 5, 37-65.

Mavromatis, M., Gaugne, R., Coulon, R., & Gouranton, V. (2025). A whole new world: Can virtual reality help to understand non-Euclidean geometries? En GRAPP 2025 - 20th International Conference on Computer Graphics Theory and Applications. VISIGRAPP.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

Wang, L., Zhang, Q., & Sun, D. (2024). Exploring the impact of augmented reality on mathematics education: A systematic review. Journal of Computer Assisted Learning, 40(3), 1276-1294. https://doi.org/10.1111/jcal.12949

III. Pensamiento Matemático

Ponencias simultáneas

Ponencia III-1 | Martes 13 de octubre de 2026

CONTEXTUALIZACIÓN CULTURAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA INFERENCIAL: EVIDENCIA EMPÍRICA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Zambrano Ayala José, Rodríguez García David Alejandro, Martínez Pérez Edith, Peñuelas Flores Marlén, Jiménez Ríos Carlos

Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero, México

jose.za@gamadero.tecnm.mx, L221130189@gamadero.tecnm.mx, edith.mp@gamadero.tecnm.mx, L221130178@gamadero.tecnm.mx, carlos.jr@gamadero.tecnm.mx

Nivel educativo: Educación Superior

Categoría: Reporte de investigación

Palabras clave: estadística inferencial, inteligencia artificial, contextualización, aprendizaje significativo, educación superior.

Resumen

En Educación Matemática existe un interés creciente por integrar tecnologías digitales que favorezcan aprendizajes contextualizados y significativos. En este marco, la inteligencia artificial (IA) ofrece nuevas posibilidades para adaptar recursos didácticos a las características socioculturales de los estudiantes. La enseñanza de la Estadística Inferencial en programas de ingeniería se apoya con frecuencia en materiales elaborados en contextos distintos a la realidad mexicana, por lo que la contextualización de problemas constituye una alternativa para acercar los contenidos matemáticos al entorno del alumnado (Camarena, 2009). Ante esta situación, la presente investigación analizó si la adaptación cultural de problemas estadísticos mediante IA influye en el desempeño académico de estudiantes de Ingeniería en Gestión Empresarial.

El estudio se fundamenta en los principios del aprendizaje significativo y de la cognición situada, perspectivas que plantean que el aprendizaje adquiere mayor sentido cuando los contenidos pueden relacionarse con experiencias cercanas al contexto del estudiante (Díaz Barriga Arceo, 2003). Asimismo, se retoman aportaciones recientes sobre la incorporación de la inteligencia artificial en educación superior, particularmente aquellas relacionadas con la adaptación curricular y la personalización de recursos didácticos (Ocaña-Fernández et al., 2019). Así mismo, la validez de los instrumentos de evaluación, como los exámenes estandarizados, sigue siendo el método empírico recomendado en la investigación educativa cuantitativa para medir el rendimiento académico y contrastar la efectividad de nuevos métodos frente a los tradicionales (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental. Participaron 25 estudiantes del Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero inscritos en la asignatura Estadística Inferencial I. Como punto de partida se seleccionaron problemas del

texto Estadística para administración y economía (Anderson et al., 20212), los cuales fueron transformados mediante herramientas de IA para sustituir referencias empresariales estadounidenses por escenarios equivalentes vinculados al contexto mexicano. Durante este proceso se conservó la estructura lógico-matemática de los ejercicios. Posteriormente, cada problema fue validado mediante resolución manual, hojas de cálculo electrónicas y GeoGebra para garantizar la equivalencia entre ambas versiones.

La recolección de datos se realizó en dos etapas. En la primera evaluación se comparó el desempeño de los estudiantes al resolver problemas en contextos distintos; sin embargo, se detectó una diferencia en la cantidad de incisos incluidos en cada instrumento, situación que introdujo un sesgo metodológico. A partir de este hallazgo se diseñó una segunda evaluación con reactivos equivalentes en complejidad, ponderación y estructura. Los resultados fueron analizados mediante pruebas de hipótesis para diferencia de proporciones y diferencia de medias con un nivel de significancia de 0.05.

En la fase inicial se observó una diferencia significativa entre ambos contextos; no obstante, el análisis metodológico reveló que dicha diferencia estaba asociada principalmente al diseño desigual de los instrumentos de evaluación. Una vez corregida esta situación, los resultados obtenidos en la segunda fase mostraron un comportamiento diferente. Las calificaciones promedio registradas en los problemas contextualizados en Estados Unidos ($\bar{x} = 3.452$) y en México ($\bar{x} = 3.368$) fueron estadísticamente equivalentes. La prueba t para diferencia de medias produjo un estadístico de prueba de 0.211, por lo que no se rechazó la hipótesis nula.

Los resultados también permitieron valorar el papel de la inteligencia artificial dentro del proceso educativo. Además de facilitar la adaptación de los problemas al contexto mexicano, la IA fue empleada para apoyar la evaluación mediante rúbricas previamente establecidas por el docente y para generar retroalimentaciones individualizadas dirigidas a cada estudiante. Estos hallazgos coinciden con investigaciones que reconocen el potencial de la inteligencia artificial para fortalecer procesos de enseñanza, evaluación y apoyo al aprendizaje en educación superior (Ocaña-Fernández et al., 2019).

Los hallazgos sugieren que la contextualización cultural constituye una estrategia pertinente para acercar los contenidos estadísticos al entorno de los estudiantes sin afectar la validez de los instrumentos de evaluación. En conjunto, los resultados muestran que la inteligencia artificial ofrece oportunidades para diseñar recursos didácticos contextualizados que fortalezcan la enseñanza y el aprendizaje de la estadística en educación superior, manteniendo el rigor matemático y la objetividad de la evaluación, aspectos de especial relevancia para la Educación Matemática mediada por tecnología.

Referencias

Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2012). Estadística para administración y economía (11.ª ed.). Cengage Learning.

Camarena Gallardo, P. (2009). La matemática en el contexto de las ciencias. Innovación Educativa, 9(46), 15-25.

Díaz Barriga Arceo, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 5(2), 1-13.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana.

Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A., & Garro-Aburto, L. L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. Propósitos y Representaciones, 7(2), 536-568. https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274

Ponencia III-2 | Martes 13 de octubre de 2026

REPRESENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE SISTEMAS INERCIALES DE REFERENCIA. HACIA LA RELATIVIDAD ESPECIAL

Hernández Solís Armando, Santillán Vázquez Marco Antonio
CCH-UNAM, México

armandhs@gmail.com, santillanmarco11@gmail.com

Bachillerato, ponencia (reporte de investigación).

Palabras clave: Visualización, sistemas inerciales de referencia, representaciones dinámicas.

Presentamos simulaciones para visualizar a los sistemas inerciales de referencia, un antecedente necesario para entender, en una fase inicial y elemental, la relatividad especial de Einstein. Formalmente, la relatividad especial se deriva de dos principios: a) que las leyes físicas son invariantes en cualquier sistema inercial de referencia y b) en la invariancia de la velocidad de la luz. Aceptar estos principios obliga a asumir consecuencias que cuestionan nuestras intuiciones de espacio y tiempo, firmemente ancladas en nuestra cognición, a través de las experiencias del día a día, y por lo tanto, de difícil desprendimiento. Abordamos el concepto de sistema inercial de referencia por medio de simulaciones con representaciones dinámicas, herramientas e hilos conductores para intentar romper esquemas limitados de espacio y tiempo que bloquean el significado y comprensión básica de la teoría de la relatividad especial.

Para Aristóteles la realidad era un mundo de lugar, con lugares de mayor o menor jerarquía, en donde si los cuerpos caen, sólo buscan su lugar natural, el que jerárquicamente les corresponde. En la física aristotélica, para mantener un cuerpo en movimiento hay que aplicarle una fuerza, entonces el estado natural de los cuerpos es el reposo, el movimiento es una modificación (pasar de un punto a otro) y debe tener una causa, una fuerza que lo impulsa, un razonamiento común y lógico.

Pero, si el movimiento requiere de la acción permanente de la causa, ésta debe estar en contacto con el objeto que se mueve en todo momento. Así, ¿cómo seguían moviéndose los proyectiles si no estaban en contacto con la causa? Las fallas y contradicciones de la física aristotélica fueron superadas por el principio de inercia de Galileo: Todo cuerpo al que no se le aplica una fuerza permanece en estado de reposo o, en caso de tener una velocidad inicial y uniforme, se mueve a esa velocidad de manera indefinida. En la figura 1, se ilustran

las transformaciones de galileo, donde $x' = x - vt$, $y' = y + k$, $t' = t$, $v' = v - V$.

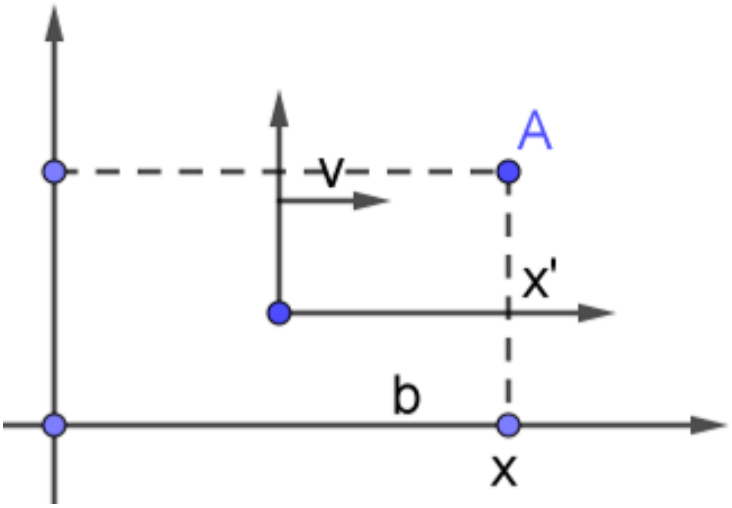


Figura 1.

Para algunos, la ley de inercia y los sistemas inerciales de referencia (SIR) son ideas simples y todo mundo las entiende. No es así, entre alumnos de bachillerato estos conceptos no son de fácil comprensión y los textos en donde se presentan solo muestran imágenes estáticas. Nosotros pretendemos abrir una vía al entendimiento abordando los SIR con simulaciones computacionales, representaciones dinámicas de objetos matemáticos, como ecuaciones, que a su vez, representan objetos físicos o materiales. En este caso, la representación dinámica permite visualizar que, lo que vemos, la forma del movimiento, depende del sistema desde donde realizamos la observación, esto es, visualizar que la forma como se mueve un objeto depende del SIR y, al mismo tiempo, dar el salto: entender que las leyes del movimiento son invariantes. Utilizamos a la visualización como una herramienta o instrumento para construir entendimiento.

La Relatividad Especial

Para Maudlin(2014), diversas divulgaciones de la relatividad especial (RE) han generado una variedad de imágenes populares: objetos que se encogen, relojes marchando más despacio, masa variable de objetos en movimiento o gemelos, uno joven y otro viejo. Sin embargo, pocas publicaciones combaten la idea errónea del espacio y tiempo absolutos, no cuestionan o enfatizan la no existencia de un marco de referencia absoluto para todo fenómeno o acontecimiento.

En textos de Física o Filosofía de la Física, se afirma que los fundamentos de la RE son: i) El principio de relatividad, ii) Invariancia de la velocidad de la luz.

En forma compacta el principio de relatividad señala: El concepto de movimiento es relativo. Podemos hablar sobre el movimiento de un objeto libre de fuerzas, pero sólo en relación o por comparación con otro, el movimiento es relativo, pero, cuando hay fuerzas entre los objetos, ellas producen cambios en la velocidad o en la dirección del movimiento o en ambos.

La afirmación: la velocidad de la luz es constante, es suficientemente clara, pero asumir sus consecuencias es otra cosa. Por ejemplo, si un objeto se mueve con velocidad vo y lleva una

fuente de luz al frente, la velocidad de ésta no es vo + c. Si vo = 3x107 m/s, la velocidad de la luz emergente del objeto no es 3x108 m/s + 3x107 m/s, es simplemente c; al ser constante, nunca cambia. No es fácil asumir este resultado. ¿Por qué? Porque desde muy temprana edad formamos esquemas de carácter sensoriomotor, que nos permiten organizar nuestras experiencias y asimilar nuevos datos, estructurándose con gran fuerza, por lo que, antes de poder comprender una nueva experiencia, el esquema mismo debe acomodarse (Skemp, 1999, p. 48-50), o ser reemplazado por otro nuevo.

Prácticamente todos los intentos de explicación de la RE recurren al modelo de un tren moviéndose en línea recta y velocidad constante. Sin embargo, este esfuerzo por hacer accesible la RE, no siempre es exitoso. Así, Heller (1997, p. 190), señala: La tentativa de Einstein e Infeld de hacer comprensible la teoría de la relatividad desarrollando la conciencia cotidiana, utilizando como ejemplo el tren, no ha tenido éxito; para comprender la RE incluso a un nivel elemental, es necesario hacer abstracción del parangón empírico que sirve de punto de referencia. ¿Por qué? Porque el pensamiento cotidiano por sí solo es incapaz, en sí y a partir de sí mismo, de 'salir' de las experiencias cotidianas y de las estructuras del pensamiento cotidiano a una esfera científica homogénea.

También, varios textos de divulgación de la RE utilizan el llamado reloj de luz, un reloj constituido por dos espejos separados una distancia L y un rayo de luz o su equivalente, un fotón, rebotando entre ellos.

Se presentan simulaciones computacionales, una en la que se muestra un reloj de luz, en reposo, formado por los espejos E1 y E2, separados una distancia L y un fotón desplazándose entre ellos con velocidad c. Otra, muestra lo que se ve desde un sistema de referencia en reposo, cuando un vehículo, moviéndose con velocidad constante v, lleva dentro un reloj de luz.

Como concepto, el tiempo no es trivial, presenta problemas que obligan a ser investigado a fondo, como en el caso siguiente: Al coincidir, en 1928, Einstein preguntó a Piaget si la noción de velocidad se desarrolla en función del tiempo, como generalmente asumimos, o puede construirse con independencia de toda duración (Piaget, 1985, p. 121), y aunque en mecánica clásica la velocidad depende del tiempo, desde el punto de vista relativista, por el contrario, es el tiempo el que depende de la velocidad (ibid.). Diseñando un experimento, Piaget contestó que, en niños pequeños (6-7 años), la noción de velocidad, como adelantamiento, es anterior al tiempo. Esto es, un móvil es considerado más rápido que otro, cuando, en un momento anterior se hallaba detrás y en un momento posterior está adelante, con lo cual, como noción, la velocidad es anterior a una noción de tiempo.

Lo expuesto sólo es el punto de partida de una investigación, en proceso de diseño y a realizar con estudiantes de bachillerato, con una pregunta inicial: ¿cómo representamos el tiempo? En este trabajo usaremos representaciones dinámicas (figuras en movimiento), abordando también, ¿qué contenidos deben ser centrales? Y, siguiendo a Duval (2004, p. 16), ¿cómo diseñar la interacción entre los tres polos constitutivos de toda representación?, con la meta de apoyar una comprensión inicial, pero firme de la RE.

Asumimos que la comprensión es un proceso mental por el que, construimos significado de las cosas, conceptos, ecuaciones, gráficas, teorías, etc. Tomamos a la redescripción representacional (RR) como un modelo de desarrollo cognitivo en donde las nuevas

representaciones, los nuevos modelos, deberían ser capaces de redescribir y poder explicitarlos y/o explicarlos (Karmiloff-Smith, 1994). Una RR implica tener la posibilidad de cambiar la visión de un fenómeno, nuestra visión inicial y no crítica del mundo.

Referencias

Duval, R. (2004). Los problemas fundamentales en el aprendizaje de las matemáticas y las formas superiores del desarrollo cognitivo. Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía, Grupo de Educación Matemática.

Heller, A. (1997). Sociología de la vida cotidiana. Ediciones Península.

Karmiloff-Smith, A. (1994). Más Allá de la Modularidad. Alianza Editorial.

Maudlin, T. (2014). Filosofía de la física I, El espacio y el tiempo, Breviarios del Fondo de Cultura Económica (588). Fondo de Cultura Económica.

Piaget, J. (1985). Seis estudios de psicología. Planeta.

Skemp, R. (1999). Psicología del aprendizaje de las matemáticas. Ediciones Morata.

Ponencia III-3 | Martes 13 de octubre de 2026

¡NECESITAMOS TENER COMPLEJOS!

Autores: Álvarez Padilla Isaí, Gallardo Piza Jennifer, Mendoza Mendoza Concepción de la Luz, Arreola Barrios Juan Ignacio, Hernández Carrillo Néstor.

CETis No. 64, CBTis No. 29, CBTis No. 159, CBTis No. 180

E-Mail: isai.alvarez2010@gmail.com, jennifer.gallardo.cb29@gmail.com, conny3008@yahoo.com.mx ,

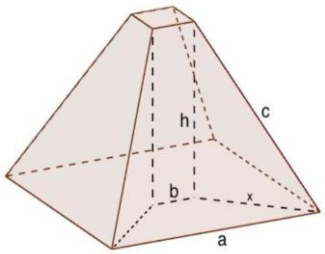
ji.arreola.b2@gmail.com, nestor.hernandez.cb180@dgeti.sems.gob.mx

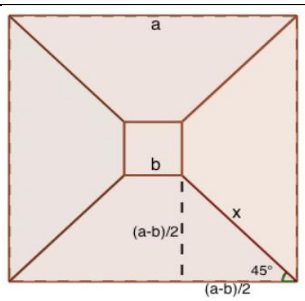
Nivel educativo: Media superior, clase tradicional, experiencia docente.

Palabras clave: Raíces cuadradas de números negativos, forma binómica de los números complejos.

Resumen

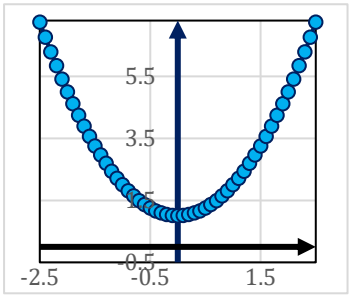
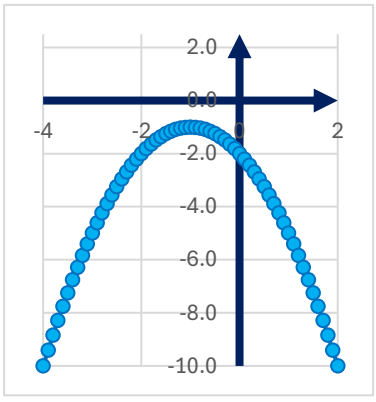
El desarrollo de los contenidos formativos: estudio de variación de superficies y volúmenes de cuerpos geométricos de Pensamiento Matemático II y estudio de la función cuadrática de Pensamiento Matemático III, se llevó a cabo considerando el Enfoque de enseñanzas enmarcado en el MCCEMS: 1. Experiencia y conocimientos previos del estudiante. 2. Desarrollo y articulación de nuevas capacidades, 3. Empleo de métodos heurísticos (estrategia didáctica activa enfocada en que el estudiante descubra los conocimientos y resuelva problemas mediante métodos no rigurosos, reglas empíricas, el tanteo y la intuición) y 4. Planteamiento de soluciones viables a fenómenos naturales, sociales y de su vida cotidiana. El diagnóstico evidenció la necesidad de fortalecer conocimientos previos para introducir la unidad imaginaria y la binómica de los números complejos $\sqrt{-1} = \pm i$ y de la Forma binómica $z = a \pm bi$.

Expresión de $\sqrt{-1} = \pm i$ 	El matemático griego Herón, en su libro *Esteriometrían (Año 62 D.C.)* publicó la fórmula, para la altura "h" de la pirámide trunca: $h = \sqrt{c^2 - \frac{(a-b)^2}{2}}$ Consideró los valores de $a = 10, b = 2, c = 9$ obteniendo que $h = 7$ Después propuso los valores $a = 28, b = 4, c = 15$ $h = \sqrt{225 - 288} = \sqrt{-63}$ Aun existiendo una "imposibilidad geométrica" con	Estrategias Se implementó una secuencia didáctica basada en el aprendizaje activo y la resolución de problemas. Inicialmente se aplicó una evaluación diagnóstica para identificar conocimientos previos sobre álgebra, radicación y funciones cuadráticas. Posteriormente, mediante actividades de reforzamiento y problemas contextualizados relacionados con superficies, volúmenes y funciones cuadráticas, el estudiantado identificó la necesidad de extender el conjunto de los

	esos valores. Herón había dado el primer ejemplo registrado de un cálculo que involucraba la raíz cuadrada de un número negativo. Aunque lo disimuló, en el resultado, escribió que $$h = \sqrt{63}$$	números reales al encontrar raíces de números negativos.

Forma binómica $z = a \pm bi$

Al abordar el procedimiento para determinar el corte con el eje “y”, coordenadas del vértice y graficar, se evidenció que el procedimiento para determinar los cortes con el eje “x” o raíces del polinomio, requerían una explicación previa de números complejos o imaginarios: y $\left(x_v = \frac{-b}{2a}\right)$

	Cuando se abordó el procedimiento para determinar las raíces de la función: $$f(x) = x^2 + 1$$ Se evidenció la necesidad de enseñar el manejo de los números imaginarios o complejos, ya que la búsqueda de la solución implica resolver: $$x_{1,2} = \pm\sqrt{-1}$$ $$x_{1,2} = \pm i$$	A partir de esta problemática se introdujo la unidad imaginaria y la forma binómica de los números complejos, apoyándose en representaciones gráficas, el uso de Excel y el trabajo colaborativo para favorecer la comprensión y la argumentación matemática.
	Al buscar las raíces de la función: $$f(x) = -x^2 - 2x - 2$$ Mediante la expresión $$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$ $$x_{1,2} = \frac{-(-2) \pm \sqrt{(-2)^2 - 4(-1)(-2)}}{2(-1)}$$ $$x_{1,2} = \frac{2 \pm \sqrt{4 - 8}}{-2} = -1 \pm i$$	

Conclusiones

La evaluación diagnóstica permitió identificar conocimientos previos indispensables para abordar contenidos de mayor complejidad.

La enseñanza de los números complejos resultó más significativa al surgir de la resolución de problemas reales vinculados con las funciones cuadráticas y el cálculo de superficies y volúmenes.

El uso de estrategias activas, representaciones gráficas y herramientas digitales fortaleció el razonamiento algebraico y facilitó la comprensión de los números complejos como una extensión del sistema de los números reales.

La experiencia demuestra que la flexibilidad del MCCEMS permite incorporar contenidos necesarios para garantizar el logro de los aprendizajes y favorecer la continuidad en la formación matemática del estudiantado.

La incorporación de los números complejos favorece el desarrollo del pensamiento matemático al permitir que el estudiantado comprenda que las matemáticas evolucionan para responder a problemas reales. Este aprendizaje fortalece competencias para analizar, modelar y resolver situaciones presentes en su contexto, además de constituir un fundamento para estudios superiores en áreas científicas y tecnológicas donde los números complejos tienen aplicaciones en circuitos eléctricos, telecomunicaciones, procesamiento de señales, física e ingeniería.

Referencias:

Herón de Alejandría. (1914). Heronis Alexandrini opera quae supersunt omnia: Vol. V. Heronis quae feruntur Stereometrica et De mensuris (J. L. Heiberg, Ed.). B. G. Teubner. (Obra original publicada c. 62 D. C.).

Swokowski, E. W., y Cole, J. A. (2011). Álgebra y trigonometría con geometría analítica (13.ª ed.). Cengage Learning.

IV. Modelación

Ponencias simultáneas

Ponencia IV-2 | Martes 13 de octubre de 2026

LA INTERPRETACIÓN DE LA FUNCIÓN SINUSOIDAL Y SUS PARÁMETROS, EN EL ANÁLISIS DE LA SEÑAL LAMBDA DEL SENSOR DE OXÍGENO DEL SISTEMA DE ESCAPE DE UN AUTOMÓVIL

Pantoja Rangel Rafael, Becerril Dominguez Reynaldo Emelio, Puga Nathal Karla Liliana

CUCEI, Universidad de Guadalajara. nstituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, TNM

profe.rpantoja@gmail.com, reynaldoemelio@gmail.com, karlalpn4@hotmail.com

Palabras Clave: Modelación matemática, TIC, GeoGebra, Función sinusoidal, Señal Lambda

Resumen

En el contexto actual de la educación sustentada en la modelación y las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), la integración de conceptos y enfoques pedagógicos innovadores se ha vuelto esencial para promover un aprendizaje significativo en el alumno, en la anhelada búsqueda por interconectar situaciones problema de la vida cotidiana con un tema específico las matemáticas, en este caso, la modelación de la señal Lambda que emite el sensor de oxígeno del sistema de escape de un automóvil, mediante una función ajustada a un conjunto de datos obtenidos en tiempo real del sensor de oxígeno del sistema de escape del automóvil, con el escáner THINKCAR Escáner OBD2. La función de la señal Lamba es medir la cantidad de oxígeno en los gases de escape y proporcionar información esencial para evaluar la eficiencia del motor y moderar la mezcla de aire-combustible suministrado al automóvil.

Los datos obtenidos son exportados al GeoGebra, para determinar la función que más se aproxime a la modelación de la señal Lambda y que por su potente rutina para ajustar funciones, en un instrumento que ayuda a los estudiantes a lograr la modelación matemática, para posteriormente, interpretar los parámetros involucrados. De la literatura consultada, se sabe que la señal Lambda presenta un comportamiento oscilatorio alrededor del valor estequiométrico, debido al funcionamiento del sistema de control en lazo cerrado del motor, acción automática con la que se ajusta continuamente la mezcla aire-combustible, que se suministra al motor. Este carácter periódico y continuo sugiere aproximar su comportamiento mediante una función sinusoidal , facilitando la interpretación matemática de sus variaciones en términos de amplitud, frecuencia, fase y valor medio (), en relación con el funcionamiento del sensor de oxígeno con el motor trabajando.$f(x) = A\ sen\ [B(x + C)] + DA, B, C\ y\ D$

El sensor de oxígeno mantiene comunicación instantánea con la computadora del automóvil, para ajustar de manera automática la mezcla de aire-combustible, acción para mantener una combustión óptima y una emisión de contaminantes mínima. El análisis de la señal Lambda es fundamental para el diagnóstico y mantenimiento de vehículos ligados a la emisión de contaminantes al medio ambiente, fenómeno que ha propiciado la generación de diversos programas gubernamentales, empresariales y sociales, tendientes a reducir los altos niveles de contaminación producidos por los automóviles, como los esquemas de verificación y regulación ambiental de la Ciudad de México, estado de México y el recién Programa de Verificación Responsable en el estado de Jalisco (SEMADET, 2023).

La modelación matemática constituye uno de los enfoques más relevantes para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en diversos contextos, donde los estudiantes se enfrentan a sistemas complejos y dinámicos, en este caso, de la ingeniería mecánica automotriz. Desde una perspectiva educativa, la modelación se entiende como un proceso que implica traducir un fenómeno del mundo real a un modelo matemático, analizarlo, interpretarlo y validar los resultados en función del fenómeno original (Blum & Niss, 1991; Schoenfeld,1992). En la investigación, se adopta la modelación matemática como eje didáctico para articular el estudio de la función sinusoidal con la señal Lambda del sensor de oxígeno. Este enfoque permite analizar cómo los estudiantes construyen significados matemáticos a partir de datos reales y cómo interpretan los parámetros de un modelo funcional en relación con un sistema físico concreto.

En contextos reales, esta problemática se intensifica pues en las aulas, por lo regular no se tratan, pues para la clase de modelación se toman los datos de un texto o se inventan, lo que discrepa cuando los datos son obtenidos directamente del fenómeno, que por lo general son irregulares y con cierta incertidumbre que depende del instrumento que se emplea en la medición, en consecuencia, el estudiante debe aceptar el carácter aproximado del modelo matemático y reflexionar sobre sus alcances y limitaciones, lo cual exige un nivel de comprensión conceptual más profundo, por ejemplo, la fase se asocia con los tiempos de respuesta de sensor de oxígeno y desfases entre las variables intervinientes, pero si en el aula no se tratan estos significados, los estudiantes tienden a interpretar la fase como se les explicó desde el punto de la matemática, es decir, un simple “corrimiento de la gráfica”, lo que trae por consecuencia que no se logre establecer su relación con el comportamiento del sistema de escape del automóvil.

Los estudiantes participantes en esta investigación utilizaron el escáner THINKCAR Escáner OBD2. para obtener datos del funcionamiento del sensor de oxígeno, los cuales posteriormente graficaron y ajustaron a una función sinusoidal, para relacionar los parámetros con el funcionamiento del automóvil respecto a las emisiones de contaminantes al medio ambiente. El análisis de la función sinusoidal ajustada, que modela la señal Lambda del sensor de oxígeno, propicia en el usuario de automóvil, una comprensión detallada de cómo se modifica la relación aire-combustible en el motor, manifestado en una combustión óptima y en la reducción de emisiones contaminantes al medio ambiente.

El uso del software GeoGebra permite a los estudiantes manipular parámetros y observar de manera inmediata los efectos de dichas modificaciones en la gráfica de una función, lo que favorece la construcción de significado (Hitt & Hernández, 2022), en otras palabras, la tecnología desempeñó el papel mediador entre el fenómeno físico (la señal Lambda), los datos experimentales y el modelo matemático, favoreciendo la articulación entre los distintos registros de representación y la comprensión conceptual de la función sinusoidal.

En la figura se presenta la interpretación de los parámetros de la función sinusoidal, en una gráfica de Voltaje vs Tiempo, en la que se describen los intervalos de mezcla aire-combustible: a) función decreciente: tiempo de transición de mezcla rica a pobre; b) función creciente: tiempo de transición de mezcla pobre a rica; c) función negativa: tiempo de duración de la mezcla pobre; d) función positiva: tiempo de duración de la mezcla rica; e) Amplitud del voltaje de salida.

La evaluación de emisiones vehiculares se basa en la interpretación precisa de la señal Lambda, que se pretende que los alumnos modelen y para ello se propone que se relacionen distintas representaciones semióticas, que son importantes en el análisis de emisiones vehiculares y son varias las que se utilizan para comunicar información de manera efectiva y comprensible.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, con estudiantes del curso Sistemas Energéticos Sustentables de Ingeniería Mecánica, con un diseño exploratorio–descriptivo y consistió en la implementación de actividades teórico–prácticas basadas, en la adquisición de datos reales del motor en funcionamiento, su análisis, modelación e interpretación con el software GeoGebra. Los instrumentos de recolección incluyeron un cuestionario técnico, hojas de trabajo, observación estructurada y un cuestionario de percepción.

Los resultados muestran que los estudiantes lograron identificar e interpretar con mayor facilidad los parámetros de amplitud, frecuencia y valor medio de la función sinusoidal, mientras que el parámetro de fase representó la principal dificultad conceptual. Asimismo, la experiencia fue valorada positivamente por los participantes, quienes destacaron la relevancia del uso de datos reales, el trabajo colaborativo y la vinculación entre matemáticas, tecnología y contexto automotriz. En conclusión, la modelación de la señal Lambda mediante una función sinusoidal constituye una estrategia didáctica pertinente para favorecer la comprensión de funciones periódicas en contextos de ingeniería, al promover un aprendizaje situado y vinculado con fenómenos reales.

Referencias

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects: State, trends and issues in mathematics instruction. Educational Studies in Mathematics, 22(1), 37–68. https://doi.org/10.1007/BF00302716

Gobierno del Estado de Jalisco. (2023). Programa de verificación responsable. Gobierno del Estado de Jalisco. https://verificacionresponsable.jalisco.gob.mx/

Hitt, F., & Hernández, A. H. (2022). El rol de la modelización matemática y el uso de la tecnología en la formulación de problemas en una perspectiva de integración STEM en la formación de profesores de educación secundaria. Revista de Educación de la Universidad de La Laguna, (16), 1-20. Recuperado de https://n9.cl/cm1740

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. En D. A. Grouws (Ed.), Handbook of research on mathematics teaching and learning (pp. 334–370). Macmillan.

Skovsmose, O. (2000). Scenari for critical mathematics education. Educational Studies in Mathematics, 43(1), 57–75. https://doi.org/10.1023/A:1003869008077

MIÉRCOLES 14 DE OCTUBRE DE 2026

I. Experiencias Docentes

Ponencias simultáneas

Ponencia I-5 | Miércoles 14 de octubre de 2026

RETOS EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA SOBRE DIAGRAMAS DE CAJAS Y BIGOTES EN INGENIERÍA INDUSTRIAL: REPORTE DE UNA EXPERIENCIA DE DISEÑO EN INVESTIGACIÓN ESTADÍSTICA

García Juárez Jair Misael, Silvestre Castro Eleazar
Universidad de Sonora, México

jair.garcia@unison.mx, eleazar.silvestre@unison.mx

Nivel superior, reporte de investigación

Diagrama de caja y bigotes, Enfoque Ontosemiótico, Secuencia didáctica, Ingeniería Industrial

El Análisis Exploratorio de Datos (AED) fue introducido por Tukey en 1970 (Minnaard et al. 2005). Este utiliza diferentes herramientas estadísticas para organizar, describir y comprender la información proporcionada por los datos. Entre las herramientas propuestas por Tukey se encuentran el diagrama de caja y bigotes, el cual es un gráfico estadístico para resumir información en cinco medidas de posición. Sin embargo, aunque esta herramienta estadística tenga presencia en el aula, esto no implica que su entendimiento sea sencillo, incluso puede resultar complejo. Diversos autores han reportado dificultades en la construcción e interpretación de diagramas de caja y bigotes por parte de los estudiantes. Entre las dificultades reportadas destacan el cálculo de cuartiles, confundir rango y rango intercuartílico y la comparación de distribuciones (Bakker et al., 2004; Madrid et al., 2022).Por lo anterior, este trabajo busca contribuir a la solución de la problemática relacionada con la interpretación y construcción de diagramas de caja y bigotes presentando los resultados obtenidos de una secuencia didáctica con el objetivo de promover el uso de los diagramas de caja y bigotes como herramienta para la toma de decisiones.

El diseño de la secuencia didáctica y el análisis de las respuestas de los estudiantes se realizaron aplicando algunas nociones del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática (EOS) (Godino et al. 2007), que proporciona herramientas para el análisis y valoración de procesos de instrucción matemática en general. Para el diseño de la secuencia se realizó una revisión documental. Posteriormente, se seleccionaron los objetos matemáticos, tales como la mediana, los cuartiles y el rango intercuartílico; las prácticas matemáticas relacionadas con el cálculo de los cuartiles a partir de la mediana, construir, describir y comparar diagramas de caja y bigotes; los procedimientos para la clasificación de los datos, el cálculo de la mediana y los cuartiles, y la construcción de diagramas de caja y bigotes; así como las definiciones de mínimo, máximo, mediana, cuartiles, rango intercuartílico, aglutinamiento y dispersión. Finalmente, se formularon situaciones problema contextualizadas en el ámbito de la Ingeniería Industrial. La situación problema planteada en la secuencia didáctica consistió en analizar los tiempos de fabricación de diferentes líneas de producción de

escritorios, con el objetivo de que los estudiantes utilicen el diagrama de caja y bigotes como una herramienta para decidir cuál presentaba un desempeño óptimo. A continuación, se muestra una tabla que resume las actividades presentadas en la secuencia.

Tabla 1. Descripción y objetivos específicos de las actividades.

Actividad/ Momento	Descripción de la actividad	Objetivo de la actividad
1/ Apertura	-Se presenta una lista de datos para que los estudiantes los clasifiquen en cuatro grupos iguales.	-Clasificar los datos mediante la mediana.
2/ Apertura	-Mediante un rectángulo arbitrario e instrucciones se realiza la construcción del proto diagrama de caja.	-Construir y describir un proto diagrama de caja.
3/ Desarrollo	-Con una nueva tabla de tiempos de producción de escritorios, se construye un proto diagrama de caja y se comparan aglutinamientos y dispersiones.	-Comparar aglutinamientos y dispersiones de un gráfico
4/ Desarrollo	-Con un diagrama de cajas y bigotes se identifican aglutinamientos y dispersiones, y se toma una decisión.	-Argumentar la toma de una decisión con el uso de los diagramas de caja.
5/ Desarrollo	-En un archivo de Excel se construyen y comparan dos diagramas de caja a partir de los aglutinamientos y dispersiones de sus cuartiles.	-Identificar similitudes y diferencias entre dos diagramas de caja.
6/ Cierre	-Se presentan preguntas de retroalimentación y reflexión de lo visto durante la secuencia y se realiza un análisis general de dos diagramas de caja.	-Generalizar los elementos de un diagrama de caja.

Nota. Elaboración propia.

La secuencia fue aplicada a 30 estudiantes de la asignatura de Probabilidad y Estadística que cursaban el tercer semestre en la facultad de ingeniería de la Universidad de Sonora. A pesar de la diversidad de ingenierías en el grupo, la muestra se limitó a cinco estudiantes que cumplían con el perfil de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Una vez recogidas las respuestas, se realizó un análisis de su contenido. El nivel de logro que se obtuvo en cada pregunta, es decir el número de estudiantes que realizaron lo esperado de acuerdo con el análisis a priori, se clasificó en tres niveles bajo (0–1 estudiantes), medio (2–3) y alto (4–5). La Tabla 1 resume los resultados obtenidos por actividad cuyo nivel de logro se determinó a partir de la valoración predominante en sus incisos. Por ejemplo, La Actividad 1 se clasificó con un nivel bajo al predominar esta valoración en sus incisos (10/17).

Tabla 2. Resultados de las actividades de la secuencia didáctica

Actividad	Nivel de alcance de las actividades y el número de incisos que obtuvieron esa valoración.	Resultados observados e implicaciones para el rediseño.
1	Nivel de alcance: Bajo Incisos: 10/17 bajo, 5/17 medio, 2/17 alto	La diversidad de estrategias para clasificar los datos reflejo limitaciones en la idoneidad epistémica, asimismo, la extensión de la actividad afectó la idoneidad mediacional.
2	Nivel de alcance: Bajo Incisos: 4/7 bajo, 3/7 medio	La falta de instrucción proporcionó distintas representaciones gráficas de acuerdo con lo pretendido, lo cual afectó la idoneidad epistémica.
3	Nivel de alcance: Medio Incisos: 2/7 bajo, 3/7 medio, 2/7 alto	La repetición de las actividades anteriores afectó la idoneidad afectiva, pero facilitó la resolución de la tarea.
4	Nivel de alcance: Alto Incisos: 2/13 bajo, 5/13 medio, 6/13 alto	La omisión de una instrucción provocó un conflicto interaccional. Así como un conflicto en la idoneidad ecológica por la falta de conexión en el contenido.
5	Nivel de alcance: Medio Incisos: 2/8 bajo, 5/8 medio, 1/8 alto	Conflicto cognitivo al integrar varios conceptos en una actividad.
6	Nivel de alcance: Alto Incisos: 1/8 bajo, 2/8 medio, 5/8 alto	La confusión del concepto de rango y rango intercuartílico presento un conflicto cognitivo.

Nota. Elaboración propia.

A partir del nivel de logro, se determinó el cumplimiento de los objetivos específicos de cada actividad. Un nivel alto indicó que el objetivo fue alcanzado, un nivel medio que fue alcanzado parcialmente y un nivel bajo que no fue alcanzado. En este sentido, los objetivos de las Actividades 4 y 6 fueron alcanzados. Por otra parte, los objetivos de las Actividades 3 y 5 se alcanzaron parcialmente, debido a confusiones entre amplitud de intervalos y cantidad de datos, lo cual coincide con lo señalado por Bakker et al. (2004) y Madrid et al. (2022). También, confundieron la definición de dispersión con aglutinamiento y viceversa. Finalmente, no se alcanzaron los objetivos planteados en las Actividades 1 y 2, debido a una falta de alineación en las prácticas operacionales como la diversidad de estrategias para clasificar los datos en lugar de solo utilizar la mediana y la dificultad de escoger el gráfico. De esta experiencia se concluyen retos para introducir el diagrama de caja, para continuar con el desarrollo de este trabajo de diseño, se propone rediseñar y ampliar las actividades para fortalecer idoneidades que no alcanzaron lo esperado como la mediacional, epistémica o cognitiva.

Referencias bibliográficas

Bakker, A., Biehler, R., & Konold, C. (2004). Should young students learn about box plots. Curricular development in statistics education: International Association for Statistical Education, 163-173. https://doi.org/10.52041/srap.04302

Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2007). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. ZDM. The International Journal on Mathematics Education, 39(1-2), 127-135. http://funes.uniandes.edu.co/558/

Madrid, A. E., Valenzuela-Ruiz, S. M., & Batanero, C. (2022). Interpretación del diagrama de caja por estudiantes universitarios de ciencias de la actividad física y deporte. Educación Matemática, 34(3), 275–300. https://doi.org/10.24844/em3403.10

Minnaard, C. L., Condesse, V., Minnaard, V., & Rabino, M. C. (2005). Los gráficos de caja: un recurso innovador. Revista Iberoamericana, 35/8. https://repositorio.unlz.edu.ar/handle/123456789/296

Ponencia I-6 | Miércoles 14 de octubre de 2026

DISEÑO DE UNA CLASE HEURÍSTICA DE CIENCIAS DENTRO DEL MARCO DE LA NUEVA ESCUELA MEXICANA

Compeán Jasso Martha Eugenia, Palomares Sánchez Salvador Antonio, Moreno Martínez Nehemías, Angulo Villanueva Rita Guadalupe

Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México

martha.compean@uaslp.mx; sapasa04@fciencias.uaslp.mx; nehemias.moreno@uaslp.mx; rita.angulo@uaslp.mx

Nivel educativo: Básica y media superior.

NEM, propuesta pedagógica, enseñanza de las ciencias, heurística, formación docente

Resumen

Este trabajo sistematiza el diseño de una clase heurística de ciencias compatible con los principios curriculares de la Nueva Escuela Mexicana y derivada de una experiencia de actualización docente en Física. La propuesta no entiende la heurística como descubrimiento libre, sino como una secuencia guiada en la que el alumnado parte de un fenómeno o experiencia cotidiana, formula explicaciones provisionales, contrasta sus ideas con evidencias, discute resultados y formaliza el concepto mediante lenguaje científico y, cuando es conveniente, con modelos matemáticos. El diseño se organiza en ocho momentos: situación detonadora, pregunta generadora, ideas iniciales, investigación, discusión, formalización, reforzamiento y cierre metacognitivo y formativo. Como caso de aplicación se recupera una secuencia sobre ondas electromagnéticas desarrollada con docentes de secundaria y media superior, en un contexto masivo y sin laboratorio. La experiencia incorpora Mentimeter, recursos audiovisuales y Kahoot con una función pedagógica definida, y propone una estructura replicable para otros contenidos de ciencias.

Introducción

La iniciativa para generar esta propuesta parte del nivel de conocimiento que se detecta en los alumnos que ingresan al nivel universitario y de sus carencias conceptuales en áreas científicas, aunado al interés de docentes de educación básica y media superior del estado de San Luis Potosí por recibir capacitación ante la incorporación de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), sus objetivos, la tecnología y nuevos métodos pedagógicos. La propuesta se concretó en un curso masivo para profesores de Física de secundaria y preparatoria. El reto consistió en convertir la sesión en una experiencia didáctica replicable: durante el curso las y los docentes ocuparon el lugar de sus propios estudiantes y, posteriormente, reconstruyeron las decisiones del instructor.

El referente curricular fue el campo formativo Saberes y Pensamiento Científico del Plan de Estudio 2022. El Programa Sintético de la Fase 6 plantea habilidades para indagar, interpretar, modelizar, argumentar y explicar el entorno; en Física de segundo grado, dentro de “Interacciones de la electricidad y el magnetismo”, establece experimentar e interpretar

manifestaciones eléctricas y magnéticas, interpretar el comportamiento de la luz y explicar aparatos tecnológicos de comunicación a partir de ondas electromagnéticas (SEP, 2024a, 2024b). La profundidad de los temas puede variar en el nivel de formalización y uso de fórmulas matemáticas, pero el entendimiento del fenómeno permite conservar la misma secuencia de razonamiento.

Tradicionalmente, en la enseñanza de las ciencias es frecuente comenzar con la definición, continuar con fórmulas y ejemplos, proponer ejercicios y finalizar con un examen. Aunque este formato puede conducir a respuestas correctas, no garantiza que el alumnado dé significado a lo aprendido ni comprenda qué evidencia sostiene una idea científica. En este trabajo se utiliza el término clase heurística en un sentido operativo: la respuesta científica no se entrega al inicio; el docente guía con preguntas, datos, observaciones o representaciones que permiten al estudiante elaborar explicaciones, generar hipótesis y ponerlas a prueba hasta alcanzar una conclusión alineada con el conocimiento científico (Campi Mayorga et al., 2015). Esta postura es consistente con las fases de indagación identificadas por Pedaste et al. (2015) y con la importancia del andamiaje explícito señalada por Hmelo-Silver et al. (2007).

El esquema resultante no debe interpretarse como una receta, sino como una guía para anticipar el recorrido de la clase y evitar una sucesión de preguntas improvisadas. Los ocho momentos son: situación detonadora, pregunta generadora, ideas iniciales o hipótesis, investigación, discusión, formalización, reforzamiento y cierre metacognitivo y formativo. El orden epistemológico es central: la formalización es indispensable, pero no necesariamente inicial; primero se crea una necesidad de explicación y después se introduce el concepto capaz de organizar la evidencia.

El tema del espectro electromagnético se trabajó alrededor de una pregunta sencilla: ¿Nuestros ojos realmente ven todo?. La expresión espectro electromagnético se mantuvo deliberadamente fuera de la primera parte. A partir de una radiografía, un control remoto observado con la cámara del celular, una imagen térmica, la señal WiFi y la transmisión de radio, se condujo la discusión desde la observación directa hacia la inferencia de formas de radiación no visibles. Sólo después se presentó un espectro sin etiquetas para buscar un patrón común y, finalmente, se formalizaron las nociones de onda electromagnética, frecuencia, longitud de onda, periodo y rapidez. En secundaria se privilegió la interpretación conceptual y relaciones algebraicas sencillas; en media superior se incorporaron notación científica, análisis de escalas y relaciones como $c = \lambda f$ y $T = 1/f$ para vincular clasificación, modelización y predicción.

Las herramientas digitales se seleccionaron por función pedagógica. Mentimeter permitió recoger respuestas simultáneas y mostrar en tiempo real la distribución de ideas de un grupo numeroso; su valor estuvo en convertir las concepciones iniciales en un objeto visible de discusión, función congruente con lo documentado para sistemas de respuesta de audiencia (Mayhew et al., 2020). Las imágenes y videos aportaron evidencia común ante la ausencia de laboratorio, mientras que Kahoot se utilizó después de la formalización para recuperación y evaluación formativa. La tecnología, por tanto, no sustituyó el razonamiento: administró información, hizo visibles las respuestas y facilitó la retroalimentación.

Conclusiones

La experiencia permitió reconocer que modificar el orden habitual de la clase puede abrir un espacio para que el estudiante compare explicaciones y entienda por qué el concepto científico resuelve un problema que sus ideas iniciales no resolvían. Diseñar una clase heurística implica tolerar respuestas incompletas durante algunos minutos, siempre que exista un plan para confrontarlas con evidencia. También mostró la importancia de diseñar la evidencia antes que la pregunta: una pregunta amplia puede producir conversación, pero no necesariamente conocimiento; el docente necesita anticipar qué observación, dato, imagen, medición o prueba permitirá decidir entre hipótesis.

La alineación con la NEM no se obtiene agregando al final de la planeación los nombres de los ejes articuladores, sino en las acciones que se proponen. Cuando un estudiante formula una explicación, pide datos, contrasta una afirmación, modeliza una relación y comunica por qué cambió de idea, se generan condiciones para indagar, interpretar, argumentar y explicar. El mismo principio puede trasladarse a otros contenidos: refracción, reflexión, electrostática o comunicación inalámbrica. Lo que cambia es la evidencia necesaria y el grado de formalización; se conserva la lógica de construcción. Hacer que las y los profesores experimenten primero la secuencia como estudiantes y después la analicen como docentes favorece, además, un desarrollo profesional conectado con la práctica (Desimone, 2009).

Referencias

Campi Mayorga, I. I., Campi Mayorga, J. A., & De Lucas Coloma, L. A. (2015). El método heurístico como recurso en la resolución de problemas en la educación. Revista Uniandes Episteme, 2(3), 236–241. https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/93

Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. Educational Researcher, 38(3), 181–199. https://doi.org/10.3102/0013189X08331140

Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). Educational Psychologist, 42(2), 99–107. https://doi.org/10.1080/00461520701263368

Mayhew, E., Davies, M., Millmore, A., Thompson, L., & Pena Bizama, A. (2020). The impact of audience response platform Mentimeter on the student and staff learning experience. Research in Learning Technology, 28, 2397. https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2397

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, 14, 47–61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

Secretaría de Educación Pública. (2024a). Plan de Estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria 2022. SEP. https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2024/07/Plan-de-Estudios-Educacion-Basica_digital-2024.pdf

Secretaría de Educación Pública. (2024b). Programa de Estudio para la Educación Secundaria: Programa Sintético de la Fase 6. SEP. https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2024/06/Programa_Sintetico_Fase_6.pdf

Ponencia I-7 | Miércoles 14 de octubre de 2026

PROFESORES INVESTIGADORES DE BACHILLERATO EN ENTORNOS VIRTUALES Y EL DISEÑO DE UN PROYECTO STEM

Trejo Guerrero Lorena

Universidad Pedagógica Nacional Unidad 131- Hidalgo

ltrejoge@gmail.com

Nivel Superior y Medio Superior

2. Experiencia docente. Educación a distancia

Palabras clave: Práctica docente, investigación-acción, trabajo autodidacta, STEM, entornos virtuales.

Resumen

Ante los retos que la irrupción de la tecnología en diversos ámbitos de nuestra vida ha hecho, analizamos el uso pedagógico de las TIC's, presentamos nuestra experiencia de la Maestría en Línea Recuperación y Análisis de la Práctica Docente (MELRAPD) que ofrece la Universidad Pedagógica nacional Unidad 131 – Hidalgo, diseñada para el fortalecimiento profesional de los docentes de educación Media Superior. Se centra en que los docentes de educación media superior, recuperen y analicen su propia práctica, a través de la reflexión crítica, creativa, y colectiva, reconozcan lo que hacen y cómo lo hacen. Presentamos el impacto del programa de la maestría y las habilidades desarrolladas de una estudiante en el diseño e implementación de un proyecto STEM con el tema de los circuitos eléctricos, correspondiente a la Física y específicamente al área de la Electrodinámica.

Introducción

Los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el posgrado son los de la teoría crítica y la investigación acción, cuyo eje integrador está establecido por los procesos de reflexión y la sistematización de datos empíricos que los estudiantes realizan en un proceso de intercambio continuo entre la teoría y su práctica. Se diseñó la maestría en modalidad mixta, incluye, sesiones presenciales, virtuales y trabajo autodidacta, los productos de cada sesión son registrados en una plataforma digital, lo que permite un trabajo de las sesiones más flexible y acorde con las circunstancias actuales, con la implementación de foros virtuales para aclarar dudas y coloquios presenciales de intercambio directo entre los participantes.

Metodología

Reflexionamos sobre el impacto de nuestro programa de posgrado y al mismo tiempo en las habilidades de reflexión de una estudiante en el diseño, implementación y evaluación de un proyecto STEM con sus estudiantes de bachillerato.

La investigación acción como una metodología efectiva cuyo propósito es promover la reflexión de los docentes sobre las particularidades de su formación y de sus propias experiencias como educadores, para renovarla, innovarla y transformarla, haciéndola pertinente y eficaz, que impacte en el proceso de enseñanza aprendizaje de sus estudiantes, en experiencias de éxito.

Kurt Lewin (1946) expone las tres fases que constituyen el proceso metodológico de la investigación acción en la construcción del saber pedagógico.

El punto de partida es el diagnóstico de la práctica social problemática.

La reconstrucción de la práctica a partir de una propuesta alternativa más efectiva.

Validación de la efectividad de la práctica alternativa o reconstruida.

Para Carr, W. y Kemmis, S. (198, la investigación-acción es: una forma de indagación autorreflexiva, desde quienes participan en las situaciones sociales, la comprensión sobre las mismas para mejorar la racionalidad y la justicia de las propias prácticas sociales o educativas Restrepo (2004). Para ello el docente requiere conocer y aplicar métodos de enseñanza fundamentados en teorías del aprendizaje, Freire (2009) lo enfatiza en la siguiente frase “la enseñanza carece de validez si no resulta en un aprendizaje”.

Henry Giroux (1990) menciona que si los profesores han de educar a los estudiantes para ser ciudadanos activos y críticos, deben entonces de convertirse ellos mismos es intelectuales transformativos. Dewey (1989) plantea que el profesor reflexivo se caracteriza por poseer una mente abierta y ser sincero, se pregunta por las razones que determinan sus acciones y las consecuencias de las mismas, haciéndose responsable por los resultados, no se conforma con el logro de los objetivos sino que cuestiona si los resultados son satisfactorios.

Los usos pedagógicos de las TIC´s

Para la implementación de la MELRAPD se incorporan las tecnologías de la información y comunicación en la educación que han permitido poner al alcance de los maestros investigadores, la formación de sí mismos, mediante la conectividad digital y el acceso a distintos dispositivos tecnológicos, computadora, tableta o teléfono celular, como artefactos tecnológicos y a la interacción con la información que ofrece internet.

La investigación se realizó en el Colegio de Bachilleres del Estado de Hidalgo, en una extensión denominada Centro de Educación Media Superior a Distancia (CEMSaD) plantel Julián Villagrán, municipio de Icmiquilpan aunque cabe hacer mención que la educación que se oferta es totalmente presencial, el objetivo de esta organización educativa pública es brindar Bachillerato General en tres años y al mismo tiempo ofrece una Capacitación para el Trabajo, con las especialidades en Instalaciones Eléctricas e Informática. Se trabajó con el grupo 4101 de cuarto semestre, con la capacitación para el trabajo en informática, debido a las dificultades que se percibieron en el estudio del tema relacionado con la Ley de Ohm y los Circuitos Eléctricos, se aprovechó la habilidad de los estudiantes en el manejo de herramientas digitales para acercar dichos conceptos a través del uso de un simulador virtual.

Para el desarrollo de la investigación se diseñaron estrategias propias de STEM este enfoque está basado en una perspectiva mucha más integradora y de visión a futuro. Es considerado un campo de la actividad humana en donde convergen la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas para tratar de comprender cómo funciona el mundo natural y social o solucionar una meta en común (Rojas, 2019).

Chalmers (2017) menciona que la era digital requiere aprendizajes de orden superior que ayuden a vivir en la incertidumbre y la complejidad. La integración de las disciplinas en STEM es un aporte desde la educación para la formación de ciudadanos críticos que buscan soluciones a problemas cotidianos, que les permitan reconocer el resultado de la integración de dichas disciplinas, así como sus alcances y limitaciones Ferrada, et al, (2021).

El cambio en la práctica educativa de la docente Elliot (2000) permitió desarrollar en los estudiantes las habilidades cognitivas, para consolidar sus aprendizajes de manera significativa respecto al tema correspondiente a la Física y específicamente al área de la Electrodinámica.

Queda la tarea pendiente de diseñar programas de posgrado con el uso de las TIC´s y su evaluación permanente para adaptarlas a los cambios acelerados de nuestros tiempos y a las nuevas necesidades de nuestros estudiantes y que mejor evidencia que el impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

Referencias Bibliográficas

Carr, W. y Kemmis, S. (1988). Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado. Barcelona: Martínez Roca.

Chalmers, C., Carter, M. L., Cooper, T., & Nason, R. (2017). Implementing “big ideas” to advance the teaching and learning of science, technology, engineering, and mathematics (STEM). International Journal of Science and Mathematics Education.

Dewey, J. (1989). Cómo pensamos. Cognición y desarrollo humano. Ediciones Paidós. Barcelona, España.

Elliot, Jhon (2000). La investigación acción en la educación. Ediciones Morata. Madrid, España.

Ferrada, Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., & Carrillo Rosúa, F. J. (2021). Integración de las actividades STEM en libros de texto. Revista Fuentes.

Freire, P. (2009). Pedagogía de la autonomía. Saberes necesarios para la práctica educativa, México, Siglo XXI Editores.

Giroux, Henry A. (1990). Los profesores como intelectuales. Hacia una pedagogía critica del aprendizaje. Ediciones Paidós. Barcelona, España.

Lewin, K. (1946). La investigación-acción y los problemas de las minorías. En: Salazar, (1992). La Investigación-acción participativa. Inicios y Desarrollos. (p. 13 -25). Editorial Popular. EI, Quinto Centenario. Colombia.

Rojas. (2019). Visión STEM para México. México.

Restrepo. G., B. (2004) La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico Educación y Educadores, núm. 7. Universidad de La Sabana Cundinamarca, Colombia.

Ponencia I-8 | Miércoles 14 de octubre de 2026

DEL CERN AL AULA: UNA EXPERIENCIA INTERNACIONAL PARA COLISIONAR IDEAS Y ACELERAR EL PENSAMIENTO MATEMÁTICO EN BACHILLERATO

Pérez Jijón Areli Monserrat, García Vasquez Martha Celia Guadalupe

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 29 y Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 21, México

arelimonserrat.perez.cb29@dgeti.sems.gob.mx; marthaceliaguadalupe.garcia.cb21@dgeti.sems.gob.mx

Educación Media Superior. Experiencia docente. Tecnologías de la Información y Comunicación.

Pensamiento matemático, CERN, modelación de datos, física de partículas, tecnología educativa.

En el bachillerato, una de las preguntas más frecuentes de los estudiantes frente al aprendizaje de las matemáticas es: “¿y esto dónde lo voy a aplicar?”. Esta interrogante evidencia la necesidad de superar una enseñanza centrada únicamente en procedimientos y favorecer una comprensión de las matemáticas como lenguaje para interpretar, representar y explicar fenómenos. El CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear) es uno de los centros de investigación científica más importantes del mundo, ubicado en la frontera franco-suiza, cerca de Ginebra. En sus instalaciones se encuentra el Gran Colisionador de Hadrones (LHC), el acelerador de partículas más grande y potente construido, donde haces de partículas son acelerados y colisionados para estudiar la estructura fundamental de la materia y comprender mejor las leyes que rigen el universo. El presente trabajo surge de la participación de dos docentes mexicanas de Educación Media Superior, de las áreas de Matemáticas y Física, en el Spanish Language Teacher Programme 2026 del CERN, desarrollado mediante conferencias, talleres y visitas a instalaciones científicas. El programa busca ampliar el conocimiento del profesorado sobre el CERN y la física de partículas, además de promover que la experiencia sea compartida posteriormente con estudiantes y colegas (CERN, 2026).

La experiencia permitió reconocer que la física de partículas puede convertirse en un contexto auténtico para resignificar contenidos matemáticos del bachillerato. El propósito no es trasladar al aula un curso avanzado de física, sino aprovechar preguntas, datos, ecuaciones, representaciones y tecnologías científicas para mostrar al estudiante que las matemáticas son herramientas capaces de describir lo que no siempre puede observarse directamente. Una ecuación deja de ser un ejercicio cuando el estudiante descubre que puede convertirse en una herramienta para explicar el universo.

Como marco científico, el Modelo Estándar permite comprender a nivel fundamental la materia y sus interacciones y constituye el resultado de más de un siglo de desarrollo teórico y experimental (Escudero Abenza, 2026). En él se organizan las partículas fundamentales: quarks y leptones como constituyentes de la materia, bosones asociados a las interacciones y el bosón de Higgs, relacionado con el mecanismo que explica el origen de la masa de las

partículas elementales. Para el bachillerato, este contenido no se plantea como objeto de memorización especializada, sino como un ejemplo extraordinario de cómo modelos, ecuaciones, simetrías y predicciones matemáticas permiten organizar y explicar fenómenos subatómicos.

Los diagramas de Feynman refuerzan esta relación entre representación y lenguaje matemático. En los materiales del programa se muestra que cada vértice válido se relaciona con términos del Lagrangiano del Modelo Estándar y que los diagramas representan términos de una expansión asociada a amplitudes de probabilidad (Flores Castillo, 2026). Sin pretender abordar el formalismo universitario, pueden utilizarse en bachillerato para destacar que una representación simbólica no es un dibujo decorativo, sino una herramienta para razonar sobre procesos, conservación de magnitudes, probabilidades y relaciones entre variables.

Un eje prioritario de transferencia es el modelado y análisis de datos. En los experimentos del LHC, las colisiones producen enormes cantidades de información que deben seleccionarse, organizarse, representarse e interpretarse. La reconstrucción de un evento integra el Modelo Estándar, las leyes de conservación de energía y momento, detectores, hardware y software, y avanza desde señales hacia identificación, reconstrucción y análisis (Rodríguez Boscà, 2026). Este proceso puede traducirse al aula mediante una secuencia matemática accesible: fenómeno → datos → organización → representación → modelo → interpretación → conclusión.

Desde esta perspectiva, estadística y probabilidad dejan de ser conjuntos de fórmulas aisladas. Los estudiantes pueden trabajar con datos públicos o adaptados del CERN para construir tablas, histogramas y gráficas; calcular frecuencias y medidas descriptivas; distinguir señal de ruido; comparar distribuciones y formular conclusiones sustentadas en evidencia. Las gráficas y funciones también permiten analizar variación y relaciones entre magnitudes: materiales sobre ondas gravitacionales, aceleradores y detectores ofrecen contextos para interpretar tendencias, escalas, trayectorias, notación científica y dependencia entre variables.

Otro recurso de especial interés es el trabajo con fractales y procesos iterativos. La presentación sobre la física matemática de Feynman introduce la iteración $z \leftarrow z^2 + c$ y compara comportamientos acotados y divergentes hasta llegar al conjunto de Mandelbrot (Flores Castillo, 2026). Esta experiencia abre posibilidades para trabajar patrones, sucesiones, números complejos, visualización y pensamiento computacional, mostrando cómo una regla algebraica sencilla puede generar estructuras de enorme complejidad.

Las tecnologías Medipix y Timepix ofrecen un puente directo entre matrices, coordenadas y análisis de información. Sus detectores registran las huellas producidas por partículas en matrices de pixeles y permiten estudiar número de eventos, energía depositada, tiempo de interacción y tipo de partícula (Ballabriga Suñé, 2026). En el aula, estas imágenes pueden transformarse en actividades de lectura de matrices, conteo, reconocimiento de patrones, representación espacial y análisis estadístico. De manera complementaria, la infraestructura informática del CERN filtra millones de eventos y emplea técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje automático en generación, simulación y reconstrucción de datos, vinculando las matemáticas con ciencia de datos y tecnología contemporánea (Espinal, 2026).

La experiencia también permite mostrar que la investigación fundamental genera aplicaciones que llegan a la vida cotidiana. No todas ellas son “descubrimientos producidos por una colisión”; muchas nacen de las tecnologías que fue necesario desarrollar para acelerar, detectar y analizar partículas. Los aceleradores lineales se emplean en radioterapia para producir radiación de alta energía, mientras que la terapia con protones e iones busca concentrar la dosis en la zona tumoral y reducir el daño en tejidos vecinos (Desiré, 2026). Los desarrollos Medipix/Timepix han encontrado aplicaciones en radiografía y dosimetría espacial; los imanes superconductores tienen aplicaciones que se extienden a medicina, transporte y computación cuántica. Así, una curva de dosis, una matriz de pixeles o un sistema de filtrado de datos permiten responder desde escenarios reales a la pregunta “¿para qué sirven las matemáticas?”.

Las instalaciones visitadas —aceleradores, centros de control, detectores, ATLAS, la Antimatter Factory, el Data Centre, Science Gateway y talleres experimentales— se conciben, por tanto, como escenarios donde las matemáticas se encuentran en acción. Un acelerador permite abordar magnitudes, escalas y relaciones; un detector, coordenadas, matrices y patrones; un centro de datos, estadística y modelado; y las colisiones del LHC, probabilidad, medición e incertidumbre. Asimismo, los recursos educativos del CERN, incluidos datos reales simplificados, simulaciones, materiales para el aula y proyectos como Timepix@school, ofrecen oportunidades concretas para convertir la ciencia de frontera en experiencias didácticas para estudiantes de bachillerato.

A partir de esta formación se propone desarrollar secuencias didácticas CERN–Matemáticas para Educación Media Superior, centradas prioritariamente en ecuaciones y modelación, análisis de datos, interpretación de gráficas, estadística, fractales, matrices y tecnología. Su finalidad no es que el estudiante memorice las características del LHC o una lista de partículas, sino que descubra que los conocimientos matemáticos que aprende tienen aplicaciones reales en algunos de los problemas científicos y tecnológicos más relevantes de nuestro tiempo.

Acercar la ciencia del CERN al bachillerato puede contribuir no solo a fortalecer el pensamiento matemático, sino también a despertar curiosidad, vocaciones científicas y pasión por aprender. Frente a la pregunta “¿dónde voy a aplicar esto?”, la física de partículas ofrece una respuesta poderosa: las matemáticas permiten transformar señales en datos, datos en modelos y modelos en conocimiento. Llevar el CERN al aula no significa enseñar física de partículas avanzada, sino mostrar que detrás de una colisión, una trayectoria, una gráfica, una señal o millones de datos existe una matemática capaz de transformar lo invisible en conocimiento. Así, la experiencia internacional de formación docente se convierte en una oportunidad para colisionar ideas, conectar disciplinas y acelerar el pensamiento matemático en el bachillerato.

REFERENCIAS

Ballabriga Suñé, R. (2026). Los chips Medipix/Timepix: un ejemplo de colaboración y de transferencia desde la física de partículas [Presentación]. CERN, Spanish Language Teacher Programme 2026.

CERN. (2026). Programme objectives: Spanish Language Teacher Programme [Presentación]. CERN.

Desiré, P. (2026). Aceleradores [Presentación]. CERN, Spanish Language Teacher Programme 2026.

Escudero Abenza, M. (2026, 27 de julio). El Modelo Estándar y la Física Fundamental [Presentación]. CERN, Programa español para profesores.

Espinal, X. (2026, 28 de julio). Computing at CERN [Presentación]. CERN, Spanish Language Teacher Programme 2026.

Flores Castillo, L. R. (2026, 28 de julio). De rendijas a dibujos: La física matemágica de Feynman [Presentación]. CERN, Spanish Language Teacher Programme 2026.

Rodríguez Boscà, S. (2026). Detectores [Presentación]. CERN, Spanish Language Teacher Programme 2026.

Ponencia I-9 | Miércoles 14 de octubre de 2026

EXPLORANDO EL POTENCIAL DE LA TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO Y LENGUAJE VARIACIONAL

Salinas Claudio Hilario, Cabañas Ramírez Noé Oswaldo, Morales Carballo Armando
Universidad Autónoma de Guerrero, México

13303067@uagro.mx, 12850@uagro.mx, armandomorales@uagro.mx

Educación Media Superior; Pensamiento variacional

Palabras Clave: Pensamiento variacional, Tecnología, Humanos-con-medios

El pensamiento variacional es un constructo fundamental en la educación matemática por su contribución a la comprensión y modelación de fenómenos de cambio (Cervantes et al., 2025). Sin embargo, su desarrollo continúa enfrentando dificultades asociadas a enfoques tradicionales de enseñanza, problemas en la comprensión de fenómenos dinámicos y limitaciones en los conocimientos previos para el razonamiento algebraico (Moreno, 2022; Carlson et al., 2003; Martínez y Gualdrón, 2018). Ante esta situación, diversas investigaciones destacan el potencial de las tecnologías digitales para favorecer la exploración, interpretación y modelación de fenómenos de cambio. Herramientas como GeoGebra, Modellus, Tracker y Arduino han sido utilizadas para promover procesos de visualización, experimentación y análisis de datos en tiempo real, contribuyendo al desarrollo del pensamiento variacional (Granados y Padilla, 2021; León, 2017; Tejera, 2021).

No obstante, la literatura evidencia que la investigación sobre el pensamiento variacional mediado por tecnología aún presenta importantes vacíos teóricos y metodológicos. Su aplicación en contextos educativos mediados por tecnología sigue siendo limitada. En particular, persiste una brecha entre los desarrollos teóricos y su implementación en propuestas didácticas concretas, así como una escasa atención a la formación docente y a la génesis instrumental del profesorado. Asimismo, Molina et al. (2018) señalan que muchas herramientas tecnológicas continúan utilizándose con fines principalmente representacionales, en lugar de promover procesos dinámicos de exploración y modelación.

En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo explorar el potencial de una herramienta tecnológica que favorezca el desarrollo del pensamiento variacional a través del análisis y la modelación de fenómenos físicos. Para ello se analizó la percepción de diez profesores en servicio que cursan la Maestría en Docencia de la Matemática de la Universidad Autónoma de Guerrero con quienes se indagó respecto a las características, potencialidades y áreas de mejora de la herramienta tecnológica, así como discutir sus posibles formas de implementación en el aula.

El presente trabajo se fundamenta en la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa, la cual centra su atención en las prácticas sociales asociadas a la producción, uso y difusión del conocimiento matemático, integrando dimensiones epistemológicas, socioculturales

y cognitivas (Cantoral, 2004). Desde esta perspectiva, se retoma una de las líneas principales de esta teoría, que es el Pensamiento y Lenguaje Variacional (PyLVar), entendido como el estudio de los procesos relacionados con la comprensión de la variación y el cambio, surgidos de la necesidad humana de anticipar y explicar fenómenos dinámicos (Caballero y Cantoral, 2016).

Adicionalmente este trabajo también se apoya en el constructo Humanos-con-Medios, el cual concibe el conocimiento matemático como el resultado de la interacción entre las personas y los medios que utilizan para conocer, representar y actuar sobre los objetos matemáticos (Borba y Villarreal, 2005). Desde esta perspectiva, la tecnología no se considera un recurso neutro o un simple apoyo didáctico, sino un elemento que participa activamente en la construcción del conocimiento. Es decir, la producción del conocimiento matemático se entiende como una actividad desarrollada por colectivos de humanos-con-medios.

Con respecto a la metodología, se diseñó y construyó un prototipo tecnológico (Ver figura 1), integrado por componentes de hardware y software libre. El sistema incorpora una aplicación desarrollada en Python, encargada de registrar y visualizar en tiempo real los datos obtenidos durante el experimento, así como una gráfica dinámica que se actualiza en tiempo real, particularmente de las variables de tiempo y temperatura asociadas al calentamiento del agua que fue el experimento que se llevó a cabo. Asimismo, el prototipo está conformado por una tarjeta Arduino, un sensor de temperatura y una Raspberry Pi, la cual funciona como una minicomputadora responsable del procesamiento y visualización de los datos recolectados.



Figura 1. Hardware y Software del prototipo

Nota: Elaboración propia

La práctica se desarrolló mediante una serie de actividades orientadas al análisis de un fenómeno de cambio. En una primera etapa, los participantes, con base en sus conocimientos previos, razonamiento e imaginación, elaboraron una gráfica que representara el comportamiento de la temperatura del agua durante su calentamiento. Posteriormente, utilizaron el prototipo tecnológico para realizar el experimento de calentamiento durante cinco minutos software, observando en tiempo real los datos de temperatura y tiempo, así como la gráfica generada por el sistema. En una tercera actividad, se les solicitó predecir el comportamiento futuro del fenómeno mediante la elaboración de una nueva gráfica que

representara el calentamiento del agua durante cinco minutos adicionales. Finalmente, apoyándose en los datos obtenidos y en el software GeoGebra, los participantes construyeron una representación algebraica que permitiera modelar y describir el comportamiento del fenómeno observado.

Con base en las respuestas de los participantes, se identificaron diversas observaciones relevantes. En la actividad inicial, algunos profesores elaboraron gráficas que partían del origen, sin considerar la temperatura ambiente como condición inicial del fenómeno, lo que evidenció algunas dificultades para interpretar las condiciones reales de la situación estudiada.

Durante el uso del prototipo, algunos participantes manifestaron dudas iniciales relacionadas con el manejo del sistema operativo y del programa, debido a su escasa familiaridad con este tipo de herramientas. No obstante, una vez superada esta etapa, coincidieron en destacar la utilidad del sistema para visualizar en tiempo real los cambios de temperatura durante el experimento. Los profesores señalaron que la observación directa de los datos y las gráficas facilita la comprensión de los fenómenos, ya que, en muchos casos, la simple imaginación o descripción verbal resultan insuficiente para construir significados.

Asimismo, mencionaron que la herramienta podría emplearse en otros contenidos matemáticos, como el estudio de la pendiente, las funciones o el análisis de datos, además de integrarse en proyectos interdisciplinarios promovidos por la Nueva Escuela Mexicana. Respecto a su implementación en el aula, identificaron tres escenarios principales: su uso en grupos reducidos para favorecer la participación de todos los estudiantes en zonas rurales de difícil acceso a tecnología; su utilización mediante un proyector para desarrollar actividades grupales con grupos numerosos; y su empleo en contextos donde los estudiantes disponen de computadoras personales, utilizando únicamente el software y los sensores para la realización de las actividades experimentales.

Referencias

Briceño, O. A., & Buendía, G. Á. (2015). Los experimentos de diseño y la práctica de modelación: Significados para la función cuadrática. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (45). https://www.redalyc.org/pdf/1942/194239783006.pdf

Caballero, P. M., & Cantoral, U. R. (2016, abril 20). Un estudio desde la socioepistemología del desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional. Cinvestav –IPN.

Carlson, M., Jacobs, S., Coe, E., Larsen, S., & Hsu, E. (2003). Razonamiento covariacional aplicado a la modelación de eventos dinámicos: Un marco conceptual y un estudio. http://bibliotecadigital.mineduc.cl//handle/20.500.12365/17682

Cervantes, J. A. B., Moreno Calvo, S. J., & Arce Polo, K. L. D. (2025). Mathematical Modelling and Argumentation: Designing a Task to Strengthen Variational Thinking by Integrating Data Science. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 16(1), 25–43. https://doi.org/10.61841/turcomat.v16i1.14975

De la Cruz, U. F., Hernández, P. H., Raymundo, S., & Sarmiento, B. (2020). La experimentación en el aula con arduino y casio. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, 33(2).

Granados, C. A. O., & Padilla, I. A. E. (2021). El aprendizaje gráfico de la recta tangente a través de la modelación de las secciones cónicas utilizando GeoGebra. Revista Científica, 40(1), 118–132. https://doi.org/10.14483/23448350.16137

León, C. E. S. (2017). El pensamiento covariacional y GeoGebra: Herramientas para la explicación científica de algunas realidades. Rev. Fac. Cienc. Tecnol., (42), 159–171. SciELO Colombia.

Martínez, L. G. L., & Gualdrón, E. P. (2018). Fortalecimiento del pensamiento variacional a través de una intervención mediada con TIC en estudiantes de grado noveno. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 9(1), 91–102.

Molina, T. J. F., Villa-Ochoa, J. A., & Suárez Téllez, L. (2018). La modelación en el aula como un ambiente de experimentación-con-graficación-y-tecnología. Un estudio con funciones trigonométricas. Revista Latinoamericana de Etnomatemática, 11(1), 87–115.

Moreno, P. J. A. (2022). Fortalecimiento de las competencias interpretativas y de representación en la función cuadrática a través de Genially. Rastros Rostros, 24(2), 4.

Tejera, M. (2021). Modelos matemáticos mediados por GeoGebra para el desarrollo del pensamiento variacional. Reloj de agua, 24, 39–49.

Zaldívar, R. J. D., Cabrera Chim, L. M., & Jiménez Villalpando, A. (2025). Una aproximación variacional para la significación de los criterios de la derivada en la modelación-graficación. Avances de investigación en educación matemática: AIEM, (27), 157–177.

II. Propuestas Didácticas

Ponencias simultáneas

Ponencia II-4 | Miércoles 14 de octubre de 2026

DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA FAVORECER EL DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO COVARIACIONAL LOGARÍTMICO-EXPONENCIAL MEDIANTE FRACTALES

Hernández Martínez Xóchitl Alejandra, Trejo Martínez Manuel, Juárez Morales Raúl, Méndez Guevara María Esther Magali.

Universidad Autónoma de Guerrero, México

ochitlmartinez@uagro.mx, 20031@uagro.mx, raul.juarezm@uagro.mx, memmendez@uagro.mx

Nivel educativo: Secundaria

Categoría: Reporte de investigación

Palabras clave: razonamiento covariacional, software educativo, fractales, diseño centrado en el usuario, GeoFract.

Resumen

El desarrollo del razonamiento covariacional constituye uno de los principales retos en la enseñanza de las funciones debido a que exige coordinar simultáneamente la variación de dos cantidades y comprender las relaciones que emergen entre ellas (Carlson et al., 2002; Thompson, 2011). En el caso particular del razonamiento covariacional logarítmico-exponencial, Ferrari et al. (2016) señalan que los estudiantes presentan dificultades para interpretar procesos de crecimiento iterativo, aun cuando logran identificar regularidades numéricas. Aunque el empleo de fractales como recurso didáctico favorece la representación de dichos procesos, las actividades desarrolladas mediante materiales físicos presentan limitaciones relacionadas con el espacio, el tiempo y la continuidad de las construcciones.

En este trabajo se presenta el diseño de GeoFract, una herramienta tecnológica concebida específicamente para apoyar el desarrollo del razonamiento covariacional logarítmico-exponencial mediante actividades de construcción dinámica de fractales. A diferencia de los entornos de propósito general, el software fue diseñado incorporando principios de Diseño Centrado en el Usuario (ISO 9241-210, 2019), usabilidad (Nielsen, 1994) y experiencia de usuario (Preece et al., 2015), con la finalidad de reducir la carga cognitiva asociada al manejo de la herramienta y favorecer la atención sobre los procesos matemáticos involucrados.

Metodológicamente, la investigación adopta un enfoque mixto con predominio cualitativo y se desarrolla en tres etapas: rediseño del software mediante Design Thinking y el modelo del Doble Diamante; evaluación de la interfaz mediante pruebas heurísticas de usabilidad; e implementación de un experimento de enseñanza con estudiantes de tercer grado de secundaria para analizar el desarrollo del razonamiento covariacional mediante actividades realizadas con GeoFract y con materiales manipulables tradicionales. Se plantea que el diseño de herramientas tecnológicas especializadas constituye una alternativa para fortalecer la comprensión de procesos matemáticos dinámicos y aportar nuevas evidencias sobre el papel del diseño de interfaces en la enseñanza de las matemáticas.

Planteamiento del problema

Diversas investigaciones coinciden en que una parte importante de las dificultades que enfrentan los estudiantes al estudiar funciones no radica únicamente en los procedimientos algebraicos, sino en la comprensión de las relaciones de variación entre cantidades (Carlson et al., 2002; Thompson, 2011). El razonamiento covariacional implica coordinar mentalmente el cambio simultáneo de dos variables y constituye un precursor indispensable para el aprendizaje del cálculo y del análisis funcional.

En el caso del razonamiento covariacional logarítmico-exponencial, Ferrari et al. (2016) muestran que muchos estudiantes identifican patrones numéricos, pero presentan dificultades para interpretar el comportamiento dinámico del crecimiento exponencial. Una estrategia utilizada para favorecer esta comprensión consiste en la construcción de fractales mediante materiales manipulables; sin embargo, estas actividades suelen interrumpirse debido a restricciones de espacio, tiempo o disponibilidad de materiales, limitando la posibilidad de representar iteraciones sucesivas y analizar procesos de crecimiento continuo.

Por otra parte, las herramientas digitales disponibles ofrecen amplias posibilidades de representación gráfica, pero generalmente fueron diseñadas para múltiples propósitos y no para favorecer formas específicas de razonamiento matemático. Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar herramientas tecnológicas cuya arquitectura responda simultáneamente a principios de Educación Matemática y de Interacción Humano-Computadora.

Fundamentación teórica

La propuesta se sustenta en tres perspectivas complementarias.

Desde la Matemática Educativa se retoma el modelo de razonamiento covariacional de Carlson et al. (2002), la adaptación al razonamiento logarítmico-exponencial propuesta por Ferrari et al. (2016) y la adecuación para ambientes digitales, las cuales permiten analizar la evolución del pensamiento matemático durante actividades de construcción de fractales.

Desde la geometría fractal se consideran los trabajos de Mandelbrot (1982/2021) y Falconer (2013), quienes muestran que la autosimilitud y la iteración constituyen características idóneas para representar procesos de crecimiento exponencial.

Finalmente, desde la Interacción Humano-Computadora se incorporan principios de Diseño Centrado en el Usuario (ISO 9241-210, 2019), usabilidad (Nielsen, 1994) y experiencia de usuario (Preece et al., 2015), entendiendo que la calidad de la interacción constituye un elemento que influye directamente en los procesos de aprendizaje.

Metodología

La investigación sigue un enfoque mixto con predominio cualitativo.

En una primera etapa se rediseñó GeoFract mediante la metodología Design Thinking y el modelo del Doble Diamante, identificando necesidades de interacción y proponiendo mejoras en la arquitectura de información, navegación y diseño visual.

Posteriormente se realizaron evaluaciones heurísticas de usabilidad y pruebas de interacción con usuarios para validar el funcionamiento de la interfaz.

Finalmente se implementó un experimento de enseñanza con estudiantes de tercer grado de secundaria. Durante la intervención se compararon actividades realizadas con GeoFract y con materiales manipulables tradicionales. El análisis considera registros audiovisuales, observaciones, productos elaborados por los estudiantes y cuestionarios, utilizando como referente los niveles de razonamiento covariacional propuestos por Carlson et al. (2002) y adaptados por Trejo, Ferrari y Martínez et al. (2021).

Contribuciones esperadas

Más que presentar un nuevo software educativo, este trabajo propone un marco de diseño para el desarrollo de herramientas tecnológicas especializadas orientadas al fortalecimiento de formas específicas de razonamiento matemático.

Se espera que GeoFract contribuya a:

favorecer la representación dinámica de procesos iterativos;

disminuir las limitaciones propias de los materiales manipulables;

mejorar la interacción mediante principios de usabilidad y Diseño Centrado en el Usuario;

apoyar el tránsito hacia niveles superiores de razonamiento covariacional logarítmico-exponencial.

En este sentido, la principal aportación de la investigación consiste en mostrar que el diseño de interfaces puede constituirse en un componente didáctico capaz de incidir en la construcción del conocimiento matemático, ampliando el diálogo entre la Educación Matemática y la Interacción Humano-Computadora.

Referencias

Carlson, M. P., Jacobs, S., Coe, E., Larsen, S., y Hsu, E. (2002). Applying covariational reasoning while modeling dynamic events: A framework and a study. Journal for Research in Mathematics Education, 33(5), 352–378.

Coll, C., Mauri, T., y Onrubia, J. (2008). Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 10(1).

Falconer, K. (2013). Fractal geometry: Mathematical foundations and applications (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Ferrari, M., Martínez-Sierra, G., y Méndez-Guevara, M. (2016). Logarithmic-exponential covariational reasoning.

ISO. (2019). ISO 9241-210:2019. Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems.

Mandelbrot, B. B. (2021). The fractal geometry of nature. W. H. Freeman. (Obra original publicada en 1982).

Nielsen, J. (1994). Usability engineering. Morgan Kaufmann.

Preece, J., Rogers, Y., y Sharp, H. (2015). Interaction design: Beyond human-computer interaction (4th ed.). John Wiley & Sons.

Thompson, P. W. (2011). Quantitative reasoning and mathematical modeling. En L. Hatfield, S. Chamberlain y S. Belbase (Eds.), New perspectives and directions for collaborative research in mathematics education (pp. 33–57). University of Wyoming.

Trejo-Martínez, M., Ferrari-Escolá, M., & Martínez-Sierra, G. (2021). Logarithmic-exponential covariational in future mathematics teachers. A case study. Educación Matemática, 33(1), 37–65.

Ponencia II-5 | Miércoles 14 de octubre de 2026

PROTOTIPO MÓVIL DE ÁBACO PREHISPÁNICO, PARA LA ENSEÑANZA DE LA ARITMÉTICA EN PRIMER Y SEGUNDO AÑO DE PRIMARIA

Morales Guitrón Sandra Morales, Flores Anzurez Marco Antonio, Dorantes Villa Claudia Jisela, Ruiz Galicia Sara Rocio, Carrillo Suárez Carlos

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Normal Nacional, Universidad Pedagógica Nacional

slmorales@ipn.mx, mfloresa2001@alumno.ipn.mx, cdorantesv@ipn.mx, ruizsara970@gmail.com, sakbalum@gmail.com

Nivel Básico, Tecnologías de la Información y Comunicación

Palabras clave: Nepohualtzintzin, recurso digital, aprendizaje significativo.

El Nepohualtzintzin, o ábaco prehispánico, es un instrumento de cálculo ancestral que posee un alto valor cultural e histórico al representar una manifestación del pensamiento matemático mesoamericano en la región central de México. A pesar de su relevancia patrimonial y su potencial didáctico para la comprensión del valor posicional, su presencia y difusión en entornos educativos contemporáneos se mantiene limitada. En la época digital actual en donde las herramientas que lo representan son pocas o están restringidas a plataformas específicas como sistemas operativos con iOS.

Este proyecto tiene como principal intención el desarrollo de una aplicación móvil desarrollada para Android, utilizando Kotlin como lenguaje de programación y el uso de jetpack compose como herramientas integradas en el entorno de desarrollo de android studio, esto permitiendo crear una representación interactiva del ábaco. El sistema está orientado a niños de primaria, de primero y segundo grado (teniendo una edad aproximada de 6 y 8 años) quienes inician con la práctica de operaciones básicas, sirviendo como recurso de apoyo para el aprendizaje acompañado por un adulto o facilitador.

El trabajo se divide en tres etapas principalmente: primero la investigación de conceptos y el desarrollo del prototipo base sencillo, que era el ábaco que se podía modificar para representar los valores y activar las cuentas; en la segunda etapa, se completa el sistema como se establece, la implementación de secciones prácticas para las operaciones aritméticas básicas; por ultimo también retroalimentación visual para que el usuario conozca el valor que está siendo representado y la persistencia local para continuar con el progreso del usuario.

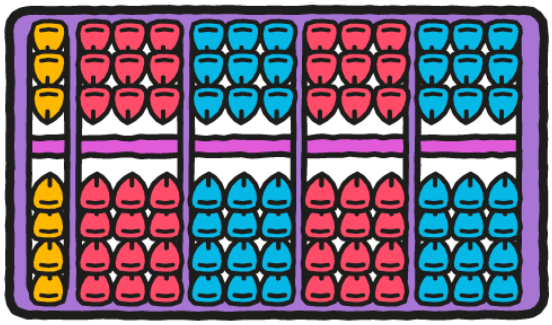


Figura 1. Nepohualtzintzin moderno. Fuente: (IIEG, s.f.)

La tercera etapa, con intención de desarrollar secciones interactivas para la práctica de las operaciones aritméticas básicas con números enteros, retroalimentación visual para que el usuario pueda verificar sus resultados ; integrando los elementos de gamificación, tales como niveles de dificultad y ejercicios progresivos diferentes, así como inclusión de sistemas de logros, guías visuales interactivas con la intención de fomentar el interés de los usuarios.



Figura 2. Nepohualtzintzin digital. Fuente: creación propia.

Lo anterior sustentado en las teorías de aprendizaje significativo como lo son el constructivismo, mediante este recurso visual, aparte de interactivo y manipulativo, representar operaciones aritméticas y comprender el valor posicional en la práctica. Logrando que el ábaco digital sea una herramienta mediadora para la internalización de los primeros conceptos aritméticos, de nivel básico.

Desde el punto de vista de la Etnomatemática, el olvido de estos objetos ancestrales, como el Nepohualtzintzin, limita la posibilidad de volver a interpretar y preservar los conocimientos matemáticos originarios dentro de los marcos educativos de hoy en día, reforzando el reconocimiento de otras formas diferentes de pensamiento científico, que no sean occidentales.

Referencias

Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG), “Ábaco Prehispánico (Nepohualtzintzin),” [En línea]. Disponible en: https://iieg.gob.mx/abaco/

A. Becerril, “El Nepohualtzintzin: el ábaco de los antiguos mexicas,” Revista Arqueología Mexicana, vol. 30, no. 178, pp. 44–49, 2023.

A. Bishop, Mathematical Enculturation: A Cultural Perspective on Mathematics Education, Springer, 2020.

A. Villeda Ramírez, Nepohualtzintzin, App Store, ficha de la aplicación, 2023.

J. Cabero-Almenara y J. Barroso-Osuna, “La educación en la era digital: retos y oportunidades,” Comunicar, vol. 31, no. 70, pp. 9–18, 2023.

J. D. Novak y D. B. Gowin, Learning How to Learn, Cambridge University Press, 1984.

D. Ausubel, J. Novak y H. Hanesian, Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo, México: Trillas, 2012.

D. Esparza Hidalgo, El Nepohualtzintzin: un instrumento de cálculo prehispánico, SEP–CONACYT, México, 1995.

L. S. Vygotsky, Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

L. Villalpando, “La enseñanza de las matemáticas mayas como patrimonio intangible,” Revista Mexicana de Educación Matemática, vol. 15, no. 2, pp. 67–80, 2022.

M. Gupta y S. Patel, “Digital Abacus Learning App: Enhancing Arithmetic Skills through Interactive Visualization,” Int. J. Education and Development using ICT, vol. 17, no. 3, pp. 102–118, 2021.

S. Hamari, J. Koivisto y H. Sarsa, “Does gamification work?—A literature review of empirical studies on gamification,” in Proc. 47th Hawaii Int. Conf. System Sciences, IEEE, 2014.

Secretaría de Educación Pública (SEP), Estrategias didácticas con material manipulativo en la enseñanza de matemáticas, SEP-DGME, 2020.

Secretaría de Educación Pública (SEP), Manual Didáctico del Nepohualtzintzin, Coordinación General de Educación Intercultural y Bilingüe, México, 2010. Disponible en: https://dgeiib.basica.sep.gob.mx/files/fondo-editorial/educacion-intercultural/cgeib_00021.pdf

S. V. Camacho, Impacto del aprendizaje de aritmética básica con la matriz Nepohualtzintzin en estudiantes de 5º de primaria, Estudio longitudinal, Universidad Autónoma de Querétaro, 2019.L. Area-Moreira, “De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y del conocimiento,” Comunicar, vol. 19, no. 38, pp. 13–20, 2012. Disponible en: https://doi.org/10.3916/C38-2012-02-01

Ponencia II-6 | Miércoles 14 de octubre de 2026

INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA EN LA FORMACIÓN DEL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO EN SECUNDARIA

Mónica del Rocío Torres Ibarra, Edgar Esaúl Saucedo Becerra, Jesús Emmanuel Muñiz Rios, Nancy Janeth Calvillo Guevara

Universidad Autónoma de Zacatecas

mtorres@uaz.edu.mx, jemremmanuel17@gmail.com, edsaucedo@uaz.edu.mx, ncalvillo@uaz.edu.mx

Nivel Secundaria, experiencia docente

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Gráficas, Comprensión, Visualización, Estadística

Resumen

Esta propuesta se presenta una alternativa que plantea utilizar la Inteligencia Artificial (IA) como herramienta didáctica para favorecer el desarrollo del pensamiento estadístico en estudiantes de secundaria, a través de la recolección, organización, representación, interpretación y comunicación de información gráfica de datos. El objetivo central es diseñar e implementar una propuesta didáctica que, integre recursos visuales contextualizados como fuentes de información que será analizada por estudiantes de secundaria en el salón de clases para detectar inconsistencias en la información; siendo esta la base para la manipulación de datos en diferentes representaciones. Los resultados evidencian que el uso de la IA como recurso didáctico tiene un alto potencial en la obtención del razonamiento estadístico.

Referente teórico.

El pensamiento estadístico no se limita al dominio de conceptos, sino que implica una comprensión profunda de los mismos y la capacidad de movilizar el razonamiento para enfrentar problemas del mundo real, sus características son interpretar datos, comprensión de conceptos, enfoque activo y toma de decisiones basadas en los datos (Garfield y Ben-Zvi, 2007, citados en Muñoz, 2024). Estas características se vinculan con el contenido Obtención y representación de información, correspondiente al campo formativo Saberes y Pensamiento Científico correspondientes a la Fase 6 de la Nueva Escuela Mexicana (SEP, 2024).

Por otra parte, la gráfica circular se presenta como un recurso visual que permite representar la distribución de un total entre diversas categorías. Spence (2005) explica que el origen de esta representación se vincula con la necesidad de comunicar cantidades y proporciones de una manera más clara y accesible para el lector. Adicionalmente, Cleveland y McGill (1984) demostraron que las personas suelen comparar con mayor precisión posiciones y longitudes que ángulos o áreas, lo que permite reconocer que la gráfica circular puede ser útil para mostrar composiciones generales, pero también puede prestarse a lecturas imprecisas o engañosas.

En este sentido, es posible anticipar diversas dificultades que presentan los estudiantes de secundaria al trabajar con gráficas circulares, que, suelen involucrar tanto aspectos procedimentales como interpretativos, tales como la confusión entre la frecuencia y el porcentaje, desconocimiento del total, lectura visual superficial, falta de verificación, interpretación sin contexto, conclusiones sin

evidencia, entre otros (Curcio,1987; Gal, 2002). Estas dificultades pueden ser utilizadas como formas de entrenamiento dirigidas a una IA como herramienta docente.

Desarrollo.

En la presente propuesta didáctica, la IA se utiliza como una herramienta tecnológica de apoyo para generar gráficas circulares que incorporen errores intencionales, que son incorporadas en una propuesta didáctica con la finalidad de que analicen la información, identifiquen inconsistencias y cuestionen la validez de las conclusiones presentadas. La intención del uso de la IA es que funcione como un medio para diseñar casos problemáticos que provoquen discusión, duda y análisis permitiendo que los estudiantes construyan criterios sobre la confiabilidad (García-Peñalvo, 2024).

Para ello, el primer paso consistió en seleccionar una IA con capacidad de creación de figuras, de forma tal que el docente especificar las inconsistencias que se desean incorporar, tales como una totalidad diferente a 100%, sectores de proporción incorrecta, títulos que van más allá de la información presentada, generalización arbitraria, colores engañosos, entre otros; los cuales no deben ser evidentes a simple vista (ver figura 1), posteriormente, “educar” a la IA mediante Prompts bien estructurados (Gallardo, 2025) que produzcan los resultados aparentemente confiables. Finalmente, estos recursos se integran en una propuesta didáctica que, al promover el uso de las características fundamentales de la gráfica circular y el análisis crítico de la información, conduzca a los estudiantes al desarrollo del pensamiento estadístico.



Figura 1: Ejemplo de gráfica generada con IA para promover el pensamiento estadístico

Resultados.

La propuesta se implementó con un grupo de 14 estudiantes de telesecundaria, organizados en tres equipos de trabajo. Para valorar el aprendizaje se creó una rúbrica basada en los niveles de lectura de gráficos (Cursio, 1988) abordando correspondencias como la relación parte-todo, correspondencia entre datos, porcentajes y sectores, los cuales se midieron vas identificación de inconsistencias en gráficas y comunicación de conclusiones basadas en evidencia.

A partir de las producciones de los estudiantes (ver figura 2), se identificó que el error detectado con mayor facilidad fue el relacionado con la totalidad de la suma de porcentajes. Asimismo, los alumnos construyeron criterios propios en torno a elementos como: fuente confiable, datos reales, muestra suficiente, presentación honesta y ausencia de manipulación visual. Estos avances muestran que la propuesta favoreció niveles de lectura pasando de leer dentro de los datos a leer más allá de los datos (Friel, Curcio y Bright, 2001), lo que indica un tránsito desde la extracción de información hacia su interpretación y cuestionamiento crítico.

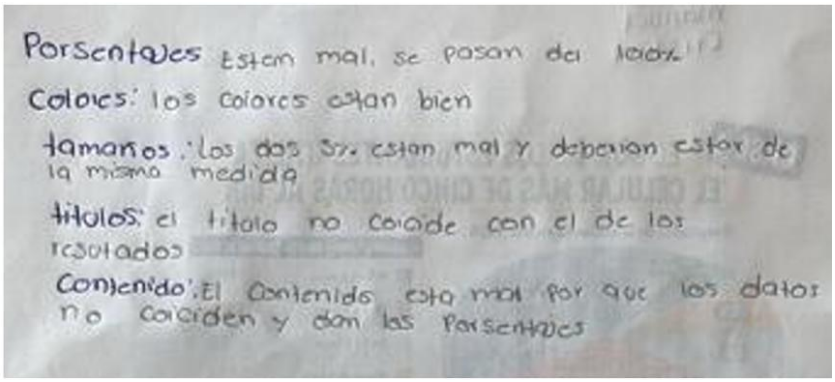


Figura 2 :Características del razonamiento estadístico identificados en la interpretación de gráficos

Conclusiones.

El uso de la IA como recurso didáctico abre a los docentes nuevas posibilidades de creación de materiales que permitan promover un razonamiento estadístico más profundo. Los recursos existentes actualmente permiten ir más allá de la planeación, llevando las estrategias a niveles visuales que sean más atractivos y retadores para los estudiantes.

En este sentido, a través de situaciones contextualizadas la IA permite que los alumnos la oportunidad de contrastar la información a la que están expuestos cotidianamente, valorar la confiabilidad y representabilidad de los datos y potenciar el razonamiento estadístico en todas sus dimensiones. De este modo, la IA se configura como un aliado en la construcción de experiencias de aprendizaje fomentando una ciudadanía crítica y fundamentada.

Referencias.

Cleveland, W. S., y McGill, R. (1984). Graphical perception: Theory, experimentation and application to the development of graphical methods. Journal of the American Statistical Association, https://doi.org/10.1080/01621459.1984.10478080

Friel, S. N., Curcio, F. R., & Bright, G. W. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. Journal for Research in Mathematics Education, 32(2), 124–158. https://doi.org/10.2307/749671

Gallardo, V. [@virginiog]. (6 de abril 2025) Generar documentos con IA Interesante infografía para crear material educativo de CEF Udima [Tweet][Imagen adjunta], X, https://x.com/virginiog/status/1908858476841054391?s=48&t=YZQnUKXWSFjqJWSpabV19Q

García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 27(1), 9-39. https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716

Muñoz, O. (2024). Razonamiento estadístico de los estudiantes de Educación Básica Secundaria. [Tesis]. Universidad D Córdoba, España https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/28798/2024000002943.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Secretaría de Educación Pública [SEP]. (2024). Programa de estudio para la educación secundaria: Programa sintético de la Fase 6. https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2024/06/Programa_Sintetico_Fase_6.pdf

Spence, I. (2005). No humble pie: The origins and usage of a statistical chart. Journal of Educational and Behavioral Statistics, https://doi.org/10.3102/10769986030004353

Ponencia II-7 | Miércoles 14 de octubre de 2026

ESFERA INTERACTIVA PARA LA ALFABETIZACIÓN MATEMÁTICA Y EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DIGITALES

Martínez Martínez Miguel Angel, Guajardo García Elizabeth, Medina Morón Edna María, Martínez Rodríguez Eva Mirela.

Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México

miguel.martinezmrt@uanl.edu.mx, elizabeth.guajardogr@uanl.edu.mx, edna.medinamrn@uanl.edu.mx, eva.martinezrd@uanl.edu.mx.

Nivel Educativo: Licenciatura. Categoría: Pensamiento geométrico.

Palabras claves: Ubicación espacial, cognitivo, semiótica, innovación.

Resumen:

El interés dedicado en la actualidad al estudio de las ciencias y particularmente en el área de cálculo vectorial, no levanta un interés generalizado, ya que la comprensión requerida para el estudio de la geometría espacial es demandante en el nivel universitario, y exige conocimientos previos algebraicos, ubicación espacial y razonamiento geométrico. Cada uno de estos conceptos originalmente se presentan previamente de forma abstracta y/o simbólica, y en muchos casos al estudiante se le dificulta entender por no visualizar el contexto y conectarlos entre sí.

Introducción

El uso de materiales visuales en la enseñanza facilita la comprensión del estudiante, especialmente mediante plataformas 3D que apoyan la ubicación espacial, entendida como la capacidad de representar y anticipar relaciones entre objetos (Uttal et al., 2013). La semiótica ofrece interpretación en tiempo real, entendiendo el aprendizaje como interacción entre símbolos y significados. Convierte lo abstracto en tangible al hacerlo visible para el alumnado universitario, con un enfoque concreto en el aula mediante gráficos, animaciones, colores y diagramas que representan operaciones vectoriales (Kress & Van Leeuwen, 2006). Las gráficas favorecen el proceso cognitivo progresivo, pues ordenan cronológicamente temas previos que los alumnos no lograron relacionar con aplicaciones concretas. Identificar esa secuencia ayuda significativamente a comprender contenidos más complejos.

Objetivo general: Establecer vínculos entre maestro – aula – alumno que favorezcan el aprendizaje.

Objetivo particular: Visualizar la importancia de temas previos para aprendizajes posteriores.

Objetivo particular: Formalizar la secuencia cronológica de la temática para la comprensión integral del cálculo vectorial.

Etapa Descriptiva

De manera inicial, se podrán describir varios temas como la importancia de la comprensión del algebra, coordenadas esféricas, superficies de revolución, así como descripciones de aplicaciones básicas como algoritmos que reproduzcan el lugar geométrico de una esfera en diferentes procesos.

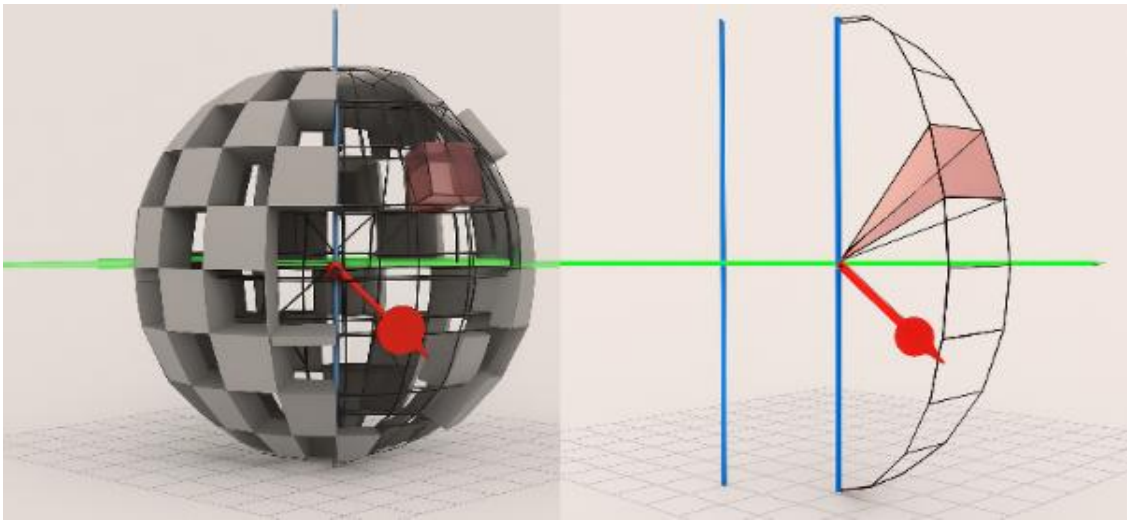


Figura. 4. En este caso, la esfera está delimitada y se marca de manera enfática una sección en la cual se presta para que se puedan hacer dinámicas en aulas o extra aula. (Autoría de gráfica: Miguel Angel Martínez)

Se presenta una propuesta innovadora en fase inicial, con la intención de evolucionarlo hacia un prototipo como apoyo didáctico en el cálculo vectorial, enfocándose específicamente en la ubicación espacial y consecuentemente en la determinación de volúmenes en el espacio tridimensional. Todo esto a través de varias etapas:

Ubicación Espacial e Identificación de Coordenadas: Se presenta el desarrollo de un modelo tridimensional que muestra una esfera seccionada por fases (previamente seccionada en intervalos legibles y en radianes) y cortes meridianos (con las mismas características) y el alumno (usuario) identifique coordenadas de manera precisa o por concepto de variables.

Etapa de superficies de revolución: Visualización del eje de rotación, donde media circunferencia se podría tomar como la curva generatriz de la esfera y por consecuencia, la superficie resultante en una progresión didáctica.

Calculo y Volumen: El alumno aplicará sus conocimientos de cálculo diferencial e integral para evaluar el volumen correspondiente.

Aplicaciones en Programación y algoritmos (MAYA, BLENDER, CINEMA): Entienda la importancia de comprender la relevancia de los paralelos y meridianos como fases de referencia en aplicaciones geométricas, necesarios en aplicaciones reales y consoliden fundamentos que motiven al estudiante a reconocer la importancia del estudio de las matemáticas.

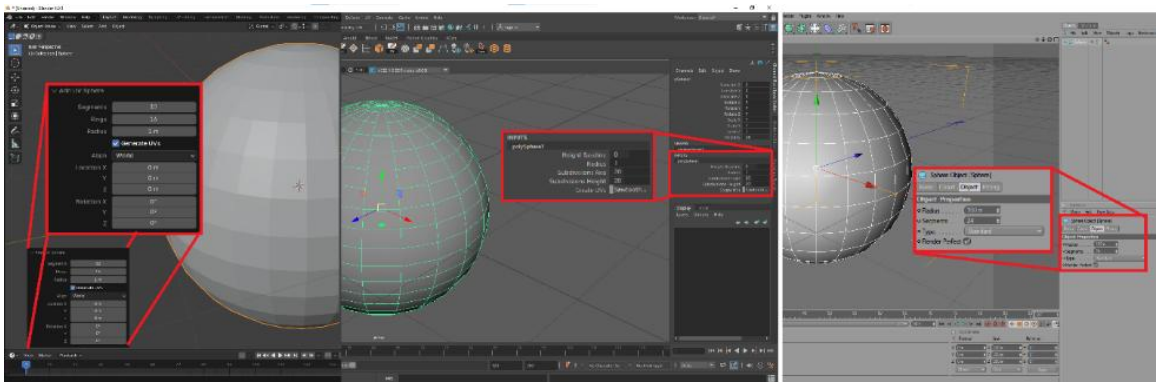


Figura 5. Ejemplo de tres plataformas 3D (Blender, Maya y Cinema 4D) que representan una esfera con algoritmos propios, a partir de dichos patrones algorítmicos en sus respectivos paneles de propiedades se puede cambiar el número de meridianos y paralelos.

En función de la figura 5, ejemplifica una forma ágil de mostrar conceptos matemáticos aplicados mediante plataformas 3D, donde de manera tangible y en tiempo real se pueden cambiar los parámetros (recuadros) y visualizar el resultado.

La representación de una esfera en plataformas digitales no debe entenderse como una opción única, sino como una posibilidad dentro de un abanico de alternativas. Estas herramientas, creadas originalmente con fines gráficos, pueden orientarse también hacia objetivos geométricos y matemáticos, ofreciendo un puente entre lo visual y lo didáctico.

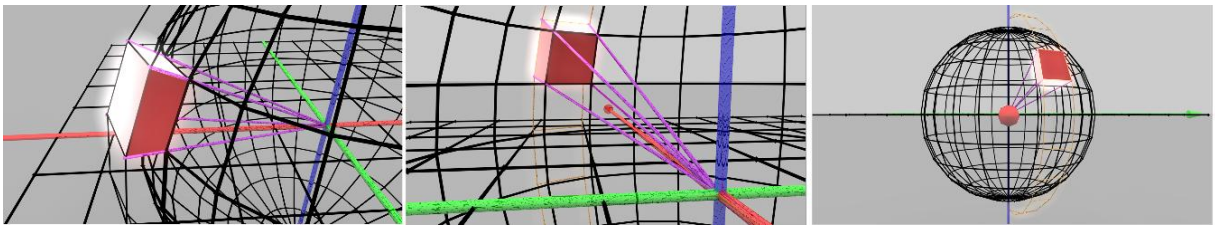


Figura 6. Esfera en modo wireframe (alambrada), donde se muestran diversos ángulos de vista y así poder identificar variables: radio, meridianos, paralelos, "gajo", coordenadas (ya sea en cartesiano o esférico), entre otros. Fuente: Gráfica de autoría propia para el artículo.

El objetivo de la figura 6 no se limita la representación matemática rigurosa, sino que busca ofrecer flexibilidad metodológica en el proceso de enseñanza aprendizaje a los maestros de adaptar sus técnicas de manera particular en función de las necesidades de sus alumnos. Es decir, si el docente detecta que los alumnos tienen dificultades en un tema en particular, el maestro enfatizar gráficamente en esa área de la gráfica.

Conclusiones

La estimulación de la intuición en el alumno es fundamental para revitalizar la interacción en clase y mejorar la atención (Tomé, C. 2018). La curva de atención tiende a la baja (Menárguez, AT, 2017) debido a la proliferación de videos en dispositivos digitales, fenómeno intensificado durante la pandemia. Las clases en línea y el uso constante de dispositivos han erosionado la interacción Maestro–Alumno. Ofrecer interpretaciones graficas "dirigidas" crea puentes que llevan de las soluciones rápidas, funcionales y la comprensión rápida, al pensamiento formal, la

experiencia perceptual. Ayudando a mantener la “curva de atención” no solo dentro de hora clase, también fuera, que es donde deberá reforzar la teoría.

Referencias

Tomé, C. (2018, abril 12). La curva de la atención, ¿una leyenda urbana? Cuaderno de Cultura Científica. https://culturacientifica.com/2018/04/12/la-curva-de-la-atencion-una-leyenda-urbana/

Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). (2021). Informe académico de reprobación en primer ingreso.

Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., et al. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. Psychological Bulletin, 139(2), 352–402.

Vygotsky, L. (2000). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona: Editorial Crítica.

Mosier, K. L., & Skitka, L. J. (1996). Human decision makers and automated decision aids: Made for each other? In R. Parasuraman & M. Mouloua (Eds.), Automation and human performance: Theory and applications (pp. 201–220). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Ponencia II-8 | Miércoles 14 de octubre de 2026

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA EDUCACIÓN FINANCIERA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR MEDIANTE EL USO DE PICTOBOX

González Padilla Karen, Rodríguez Moreno Aarón Izael Omar, Martínez Zúñiga Isabel, Gómez Leal Diana Sarait

Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado de San Luis Potosí, México.

kgpadilla05@gmail.com, aioromo@outlook.com, Isabelzuniga2514@gmail.com, dgomez@beceneslp.edu.mx

Nivel Media Superior, Tecnologías de la Información y Comunicación

Palabras clave: PictoBox, Educación Financiera, Finanzas personales, Gamificación, APOE

Resumen

La propuesta presenta una estrategia didáctica para fortalecer la educación financiera en estudiantes de educación media superior mediante el uso de PictoBlox como herramienta principal. Parte de la problemática de las creencias negativas hacia las matemáticas y de la limitada formación financiera de los jóvenes. Se fundamenta en la gamificación para incrementar la motivación y el compromiso de los estudiantes, así como en la teoría APOE para favorecer la construcción progresiva del conocimiento matemático. La secuencia didáctica incluye actividades en Desmos, Excel y un videojuego desarrollado en PictoBlox para trabajar ingresos, gastos, presupuestos, descuentos y ahorro.

INTRODUCCIÓN: En el contexto actual, caracterizado por las crecientes exigencias del mundo contemporáneo, los docentes enfrentan desafíos que trascienden la simple búsqueda de estrategias innovadoras de enseñanza. En este escenario, resulta fundamental integrar diversos recursos y enfoques, así como orientar la práctica docente a partir de intenciones pedagógicas claramente definidas. Al respecto, Balbo (2010) señala que “el docente necesita desarrollar las habilidades para aplicar las teorías y conceptos, los métodos y procedimientos de investigación en las situaciones cotidianas de las instituciones educativas”.

Las creencias arraigadas que califican a las matemáticas como una disciplina compleja representan un obstáculo significativo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, tal y como lo menciona Schoenfeld (1985, p.154) “Issues of belief occupy a precarious middle ground between primarily cognitive and primarily affective determinants of mathematical behavior”. Estas percepciones impactan de manera directa en la labor docente, por lo que, como señala Martínez Padrón (2013) “existe la necesidad de ampliar, reforzar o robustecer el conocimiento didáctico de los educadores matemáticos a fin de garantizar una enseñanza fuertemente motivadora”. En este sentido, su intervención resulta clave para modificar dichos imaginarios y, con ello, prevenir la falta de interés y el desánimo hacia el aprendizaje de las matemáticas, además de abordar temas de matemática financiera con el fin de potenciarlas debido a su poca intervención dentro de la malla curricular en la educación media superior (Avalos Murillo, 2025).

Esta necesidad cobra mayor relevancia al considerar que datos de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera indican que un alto porcentaje de la población no lleva un control adecuado de

sus gastos ni mantiene hábitos de ahorro, lo cual evidencia una limitada formación en aspectos básicos de educación financiera (Ramírez, C. M., Ríos, J. N. Esquivel, F. E., 2025).

A partir del análisis de esta problemática, se presenta una propuesta didáctica centrada en el manejo del dinero desde edades tempranas, con el propósito de fortalecer la educación financiera de los estudiantes y favorecer el desarrollo de conocimientos que les permitan tomar decisiones económicas informadas. Para ello, se plantea el uso de herramientas tecnológicas como Desmos, Excel y, de manera central, PictoBlox.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN: ¿Cómo propiciar la educación financiera en estudiantes de educación media superior a partir de los contenidos matemáticos de la malla curricular, mediante el uso de PictoBox como herramienta tecnológica principal?

OBJETIVO: Diseñar una propuesta didáctica que propicie la educación financiera en estudiantes de educación media superior, mediante la creación de un entorno virtual interactivo en PictoBox, que articule los contenidos matemáticos con experiencias simuladas, favoreciendo un aprendizaje significativo orientado a la toma de decisiones financieras.

MARCO TEÓRICO: A partir del propósito de esta propuesta, se retoma la gamificación como fundamento para el diseño de las actividades didácticas. De acuerdo con Deterding et al. (2011), consiste en incorporar elementos propios del diseño de los videojuegos en contextos educativos para favorecer la motivación y el compromiso de los estudiantes. En este sentido, la retroalimentación inmediata, el seguimiento del progreso y la posibilidad de aprender a partir del error constituyen principios que favorecen la implicación de los estudiantes durante el aprendizaje (Scott & Neustaedter, 2013; García et al., 2021).

Para fundamentar el aprendizaje matemático que se busca promover mediante estas actividades, se retoma la teoría APOE, la cual explica que el conocimiento matemático se construye progresivamente mediante estructuras mentales (Arnon et al., 2014). El aprendizaje transita de la acción, donde el estudiante ejecuta procedimientos a partir de instrucciones, al proceso, en el que dichas acciones se interiorizan; posteriormente, los procesos se encapsulan como objetos matemáticos y, finalmente, se integran en un esquema que permite relacionar y aplicar los conocimientos en nuevas situaciones. En consecuencia, las actividades de la propuesta se organizan de manera gradual para favorecer este proceso de construcción del conocimiento.

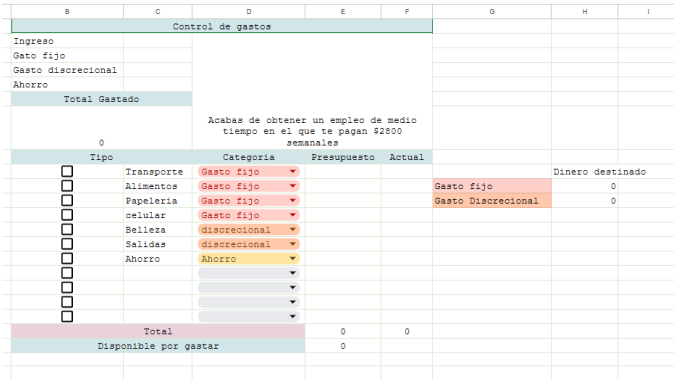
PROPUESTA DIDÁCTICA:



Sesión 1. Reconocer ingresos y gastos

Objetivo: Identificar los conceptos de ingreso y egreso mediante la clasificación, el análisis y la comparación de situaciones cotidianas. Descripción: Los estudiantes comenzarán identificando si diversas situaciones relacionadas con el manejo del dinero corresponden a un ingreso o un egreso. Posteriormente, investigarán sus definiciones y tipos para consolidar estos conceptos y, finalmente, analizarán y clasificarán sus propios movimientos económicos.

Sesión 2. Control de gastos



	B	C	D	E	F	G	H	I
	Control de gastos							
	Ingreso							
	Gato fijo							
	Gasto discrecional							
	Ahorro							
	Total Gastado							
	0		Acabas de obtener un empleo de medio tiempo en el que te pagan $2800 semanales					
	Tipo		Categoria	Presupuesto	Actual			
	☐	Transporte	Gasto fijo				Dinero destinado	
	☐	Alimentos	Gasto fijo			Gasto fijo	0	
	☐	Papeleria	Gasto fijo			Gasto Discrecional	0	
	☐	celular	Gasto fijo					
	☐	Belleza	discrecional					
	☐	Salidas	discrecional					
	☐	Ahorro	Ahorro					
	☐							
	☐							
	☐							
	☐							
		Total		0	0			
		Disponible por gastar		0				

Objetivo: Elaborar y ajustar un presupuesto semanal mediante la clasificación de ingresos y egresos, así como el análisis de porcentajes, para favorecer la toma de decisiones financieras. Descripción: Los estudiantes registrarán sus ingresos y egresos en una hoja de cálculo para elaborar un presupuesto personal. A partir de este, distribuirán porcentajes destinados al ahorro y a las diferentes categorías de gasto, analizando las implicaciones de sus decisiones y reflexionando sobre su impacto en la administración de sus recursos.

Sesión 3. Detective de ofertas



Objetivo: Analizar y comparar promociones mediante el cálculo del precio final y del ahorro obtenido, con el fin de seleccionar la opción más conveniente y justificar las decisiones tomadas. Descripción: Los estudiantes explorarán diferentes tipos de promociones para identificar en qué situaciones resulta conveniente cada una. Además, analizarán ofertas reales, calcularán el precio final y el ahorro obtenido y justificarán cuál representa el mayor beneficio económico.

Sesión 4: Escape financiero

Objetivo: Desarrollar habilidades para la administración financiera mediante la toma de decisiones relacionadas con el presupuesto, el gasto, el ahorro y el análisis de descuentos, favoreciendo la resolución de problemas. Descripción: Mediante un videojuego desarrollado en PictoBlox, los estudiantes deberán administrar un presupuesto para cumplir una misión. A lo largo del recorrido

enfrentarán situaciones relacionadas con gastos, promociones, descuentos e imprevistos, que les exigirán tomar decisiones financieras para alcanzar el objetivo final.





BIBLIOGRAFÍA

Arnon, I., Cottrill, J., Dubinsky, E., Oktac, A., Fuentes, S. R., Trigueros, M., & Weller, K. (2014). APOS Theory: A framework for research and curriculum development in mathematics education. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7966-6

Avalos Murillo, R. (2025). El contexto de la educación financiera en el nivel medio superior en México. Revista NEYART, 1(2), 360–383. https://doi.org/10.61273/neyart.v1i2.151

Balbo, J. (2010). Formación en competencias investigativas, un nuevo reto de las universidades. San Cristóbal: Universidad Nacional Experimental del Táchira.

Córdova Gallegos, E. E., & Martínez Prats, G. (2022). La educación financiera en México: importancia e inclusión. Revista Ciencias de la Documentación, 8(1), 29–37. https://cienciasdeladocumentacion.cl/cargar/wp-content/uploads/2021/11/3-V8N1-2022-CSDOCum.pdf

Deterding, S. Gamification: toward a definition. In: TAN, Desney; BEGOLE, Bo (Ed.). Design, ACM CHI 2011.Vancouver: [s. n.], 2011. p. 12–15.

http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2011/04/02-Deterding-Khaled-Nacke-Dixon.pdf

García-Casaus, F., Cara-Muñoz, J. F., Martínez-Sánchez, J. A., & Cara-Muñoz, M. M. (2021). La gamificación en el aula como herramienta motivadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Logía, Educación Física y Deporte, 1(2), 43–52. https://logiaefd.com/wp-content/uploads/2021/02/5.pdf

Gaspar-Barrios, D. A., Condor-Huaranga, A. M., Moore-Blanco, C. E., & Orosco-Fabian, J. R. (2024). Educación financiera en jóvenes de educación superior. Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales, 20(1), 37–50. https://scielo.iics.una.py/pdf/riics/v20n1/2226-4000-riics-20-01-37.pdf

Hernández-Fuentes, M., Galvis-Duarte, Y. T., Rolón-Rodriguez, B. M. (2024). La importancia de la educación financiera en las finanzas personales de los jóvenes. Revista Investigación & Gestión, 7(1), 23–30.

Martínez Padrón, O. J. (2013). Las creencias en la educación matemática. Educere, 17(57), 231–239.

http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/38244/articulo_3.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Ramírez, C. M., Ríos, J. N., & Esquivel, F. E. (2025). El impacto de la educación financiera en los estudiantes de Nivel Medio Superior. Jóvenes en la Ciencia, 37(1). https://doi.org/10.15174/jc.2025.4908

Schoenfeld, A. H. (1985). Mathematical problem solving. Academic Press.

Scott, A; Neustaedter, C. Analysis of gamification in education. Surrey: Connections Lab: Simon Fraser University, 2013.

Ponencia II-9 | Miércoles 14 de octubre de 2026

EL APRENDIZAJE DE LOS DIFERENCIALES A PARTIR DE SU CÁLCULO EN UN APPLET DE GEOGEBRA

Rubal Valencia Daniel, Jiménez Rodríguez José Ramón

Universidad de Sonora, México

daniel.rubal@unison.mx, joseramon.jimenez@unison.mx

Nivel Superior, Reporte de investigación

Palabras Clave: diferenciales, Cálculo, aprendizaje, objetivación, GeoGebra

1. Introducción: un cálculo basado en diferenciales

En años recientes se han destacado los intentos de repensar o reformular el currículo de Cálculo, de modo que sus ideas fundamentales y primigenias estén más al alcance de las capacidades cognitivas y de las necesidades profesionales de la gran mayoría de estudiantes que se inscriben en dichos cursos (Alanís y Salinas, 2011; Ímaz y Moreno, 2010; Thompson, Ashbrook y Milner, 2016; Jiménez et al, 2022). Entre tales intentos, llaman la atención los que buscan restablecer el poder intuitivo y operacional de los diferenciales en el Cálculo, considerados como cantidades infinitesimales (Dray y Manogue, 2010; Dray, 2013; Ely y Samuels, 2021; Thompson y Dreyfus, 2016).

> En ese sentido, Ely y Samuels (2021) señalan que “es perfectamente confiable manipular los diferenciales algebraicamente como si fueran cantidades, un hecho que no es un secreto para los ingenieros y científicos, ni para varios siglos de generaciones de practicantes del Cálculo diferencial” (op. cit., p. 2). Por su parte, Dray y Manogue (2010) enfatizan el hecho de que “manipulaciones como éstas son típicas de la forma en que los científicos e ingenieros usan el Cálculo en la práctica, pero rara vez se las enseña en los cursos...” (p. 2).

El presente trabajo se enmarca en un proyecto de reconceptualización de la enseñanza del Cálculo donde los diferenciales, considerados como cantidades infinitesimales, juegan un papel primordial (Jiménez et al, 2022).

2. Recurriendo a un applet de GeoGebra para el cálculo de diferenciales

Considerando el hecho de que los recursos tecnológicos que existen hoy en día están arraigados a la noción de derivada, calcular diferenciales con ellos era prácticamente imposible. Esta carencia obligó a que se diseñaran recursos que permitieran a los estudiantes realizar su cálculo. En particular, se ha desarrollado el applet de GeoGebra calculodediferenciales.ggb.

En este applet, no se tienen restricciones sobre la cantidad de magnitudes variables a utilizar. En la Figura 1, se muestran ejemplos para el cálculo de diferenciales, en el cual se le pide al usuario ingresar una expresión algebraica diferenciando el lado izquierdo del derecho de ésta, una vez introducida, se procede al cálculo de su diferencial.

3. El aprendizaje en la Teoría de la Objetivación

La teoría de la objetivación (TO) es una teoría sociocultural de enseñanza y aprendizaje basada en el materialismo dialéctico y la escuela de pensamiento de Vygotsky (Radford, 2023, p.43).

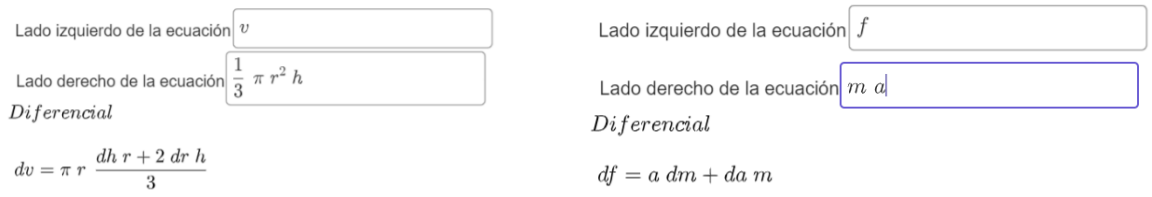


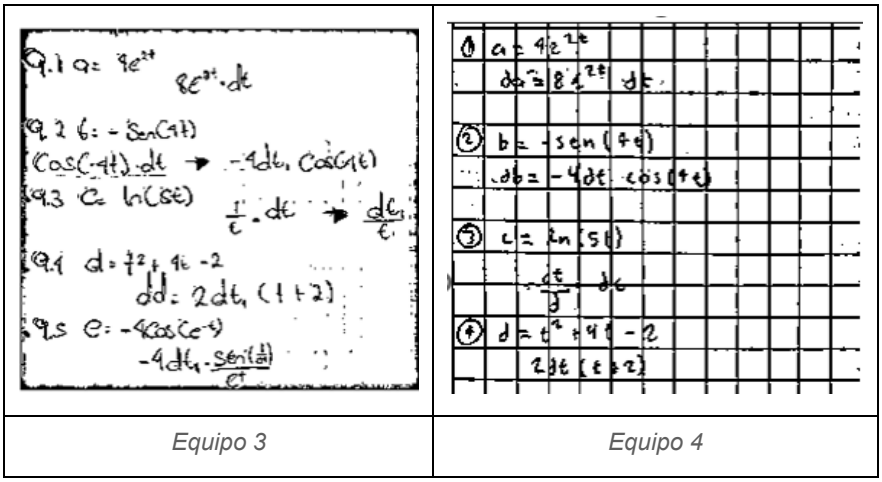
Figura 1: Cálculo de diferenciales en el applet de GeoGebra

Los elementos de la TO considerados son los que señala Radford sobre el aprendizaje, en particular, se recurre a los procesos de objetivación (Radford, 2023, p. 96). Estos procesos se llevan a cabo por medio de una labor conjunta (Radford, 2023, p. 38), en la cual los estudiantes y el profesor son participantes activos en las actividades que se desarrollan en el aula. Las acciones generadas están asociadas con medios semióticos (Radford, 2023, p. 122-123), los cuales van refinándose y en la toma de consciencia se van conectando para el empleo de una menor cantidad, compensada con la concentración de significados para expresar sus ideas, a esto se le denomina contracción semiótica (Radford, 2023, p. 125-126).

4. Análisis de una actividad desarrollada con el apoyo de un applet de GeoGebra

La actividad analizada y presentada aquí forma parte de un grupo de actividades desarrolladas para un proyecto más amplio. En particular, es la Actividad 11, denominada “El cálculo algebraico de las variaciones infinitesimales de magnitudes variables. El uso de las reglas operativas”. En esta actividad, los estudiantes debían calcular con el apoyo del applet de GeoGebra calculodediferenciales.ggb, el diferencial de las magnitudes variables dependientes que se generaba para cada relación propuesta.

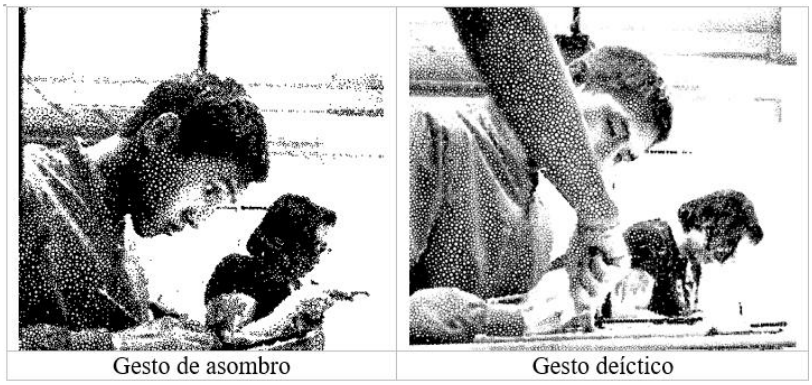
La actividad se realizó con un grupo de 43 estudiantes de Tronco Común para Ingenierías, quienes cursaban Cálculo Diferencial e Integral I en la Universidad de Sonora. Para el análisis se tomó en cuenta lo realizado por dos equipos (Equipos 3 y 4), conformados cada uno por tres estudiantes. Ninguno de los dos equipos tuvo problemas para utilizar el applet para calcular el diferencial para cada relación (Figura 2). Pero, el Equipo 3 no representó algebraicamente el diferencial de la magnitud variable dependiente, mientras que el Equipo 4 solo lo hizo para los dos primeros reactivos.



Equipo 3	Equipo 4

Figura 2: Cálculo del diferencial en la Actividad 11.

En el trabajo en equipos, los medios semióticos que fueron recurrentes al iniciar la actividad estuvieron asociados con gestos emocionales, para los cuales el gesto de asombro tuvo mayor relevancia al visualizar en el applet que el cálculo realizado era similar al que habían desarrollado a lápiz y papel. Una vez avanzados en la actividad, para sus argumentaciones los estudiantes recurrían frecuentemente al gesto deíctico de señalar sus celulares (Figura 3).



Gesto de asombro	Gesto deíctico

Figura 3: Medios semióticos detectados en el Equipo 3

En la discusión general, algunos de los estudiantes mostraron una concentración de significado, al expresar adecuadamente la generalización de cada relación propuesta. Para el caso exponencial, E31 señaló:

E31: en la exponencial el resultado de su diferencial es la constante multiplicando a la misma exponencial y al diferencial de b,

lo cual representa algebraicamente que . Esto muestra que trabajar con el applet de GeoGebra, promueve el proceso de generalización de las reglas operativas de los diferenciales y por tanto, que haya una contracción semiótica.$da = ke^{kb}db$

5. Referencias bibliográficas

Alanís, A., Salinas, P. (2011). Cálculo de una variable: acercamientos newtoniano y leibniziano integrados didácticamente. El Cálculo y su enseñanza, Vol. II, 1-14.

Dray, T. (2013). Using Differentials to Differentiate Trigonometric and Exponential Functions. The College Mathematics Journal, 44(1), 17-23. doi:10.4169

Dray, T. & Manogue, C. (2010). Putting differentials back into calculus. College Mathematics Journal, 41, 90-100.

Ely, R. & Samuels, J. (2021). Differentials as quantities in calculus. PME-NA 2021 working group Didactic Contrasts Between Calculus and Analysis.

Ímaz, C. y Moreno A., L. (2010). La génesis y la enseñanza del cálculo. Las trampas del rigor. Trillas.

Jiménez, J., Grijalva, A., Milner, F., Dávila, M. y Romero, C. (2022). Reconceptualización didáctica del Cálculo. Editorial de la Universidad de Sonora.

Radford, L. (2023). La teoría de la objetivación. Una perspectiva vygotskiana sobre saber y devenir en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Bogotá: Uniandes.

Thompson, P.; Ashbrook, M.; Milner, F. (2016). DIRACC: Developing and Investigating a Rigorous Approach to Conceptual Calculus. http://patthompson.net/ ThompsonCalc/

Thompson, P.W. & Dreyfus, T. (2016). A coherent approach to the Fundamental Theorem of Calculus using differentials. In R. Göller. R. Biehler & R. Hochsmuth (Eds.), Proceedings of the Conference on Didactics of Mathematics in Higher Education as a Scientific Discipline (355–359) Hannover, Germany: KHDM.

III. Pensamiento Matemático

Ponencias simultáneas

Ponencia III-4 | Miércoles 14 de octubre de 2026

LA VISUALIZACIÓN COMO MOTOR EN EL DESARROLLO DE REPRESENTACIONES INICIALES

Quiroz Rivera Samantha, Landín Juárez Ulises Said, Hitt Fernando

Universidad Autónoma de Coahuila, México; Centro de Ciencias Matemáticas, UNAM, México; Cinvestav-UQAM, México-Canadá

samantha.quiroz@uadec.edu.mx, uliseslandin@hotmail.com, ferhitt@yahoo.com.mx

Nivel educativo: Educación básica, Categoría: Visualización

Palabras clave: Visualización, educación básica, habilidades matemáticas

La educación STEM es un enfoque que busca favorecer la articulación entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas mediante la resolución de problemas basados en contextos diferentes, implicando que difícilmente pudieran comprenderse desde una única disciplina (Calvo, Paños y Ruiz, 2025). Los problemas en la ejecución del programa STEM en el aula, ha llevado a su implementación de manera gradual, proponiendo problemas basados en STEM, pero estableciendo conexiones significativas entre dos o más áreas, procurando que cada una conserve un papel sustantivo en la actividad desarrollada (Sanders, 2009). La complejidad de la tarea a suscitado un nuevo acercamiento denotado como “STEM integrado” (Kelley & Knowles, 2016). En este nuevo acercamiento, las matemáticas no se reducen a una herramienta de cálculo dentro de las actividades STEM, sino que contribuyen a interpretar, representar, anticipar y modelizar los fenómenos estudiados a partir de una comunidad de práctica (Wenger, 1998).

En el STEM integrado según Kelley & Knowles (2016), su proposición es la de atacar problemas complejos desde una perspectiva social, poniendo en un primer plano la noción de comunidad de práctica. En este hilo conductor, desde una perspectiva sociocultural, la resolución de problemas no rutinarios, que provocan un pensamiento diversificado (Situaciones de Investigación), debe realizarse mediante metodologías que promuevan en el aula, la reflexión, el intercambio de ideas, el debate y el trabajo colaborativo, como lo es ACODESA (Hitt & Quiroz, 2019). En trabajos anteriores, se ha descrito que es en la primera etapa de ACODESA (trabajo individual) cuando emergen formas de representación no institucionales denominadas Representaciones Funcionales Espontáneas (RF-E). En la etapa dos y tres, correspondientes al trabajo colaborativo en equipo y en grupo, estas representaciones evolucionan hacia Representaciones Socialmente Construidas, lo que apoya el desarrollo del pensamiento matemático (Hitt y Quiroz, 2026; Landín y Cortés, 2023).

El objetivo de este trabajo es analizar las habilidades básicas que los alumnos movilizan en el proceso de formación y evolución de las representaciones anteriormente mencionadas y que sirven de soporte para la construcción progresiva de conocimientos más formales. Retomamos el término propuesto por diSessa (1993) quien describe estas habilidades como phenomenological primitives o p-prims ligadas a la física. Basados en estas ideas, nuestra proposición sobre las nociones primitivas, desde el punto de vista de la Matemática Educativa,

son aquellos recursos epistémicos de aparición temprana que organizan la actividad matemática y científica antes de la formalización del conocimiento. Entre las nociones consideradas se encuentran la visualización, la anticipación, la predicción, la formulación de conjeturas y la validación empírica, apoyadas además en recursos semióticos como el gesto, el lenguaje natural y la simbolización espontánea. Las RF-E constituyen así un observable de las nociones primitivas, pues en ellas pueden identificarse las huellas de procesos como la visualización, la anticipación, la predicción y la validación.

Dentro de estas nociones, el presente trabajo pretende centrarse en la visualización matemática, la cual no se reduce a la formación de imágenes mentales, sino que comprende también las representaciones elaboradas mediante dibujos, esquemas y otras producciones gráficas. En palabras de Zimmermann y Cunningham (1991), la visualización proporciona un medio para “ver lo no visto”, permitiendo identificar relaciones que inicialmente no resultan evidentes. Desde esta perspectiva, la visualización puede constituirse en un punto de partida para procesos posteriores de anticipación y predicción.

Bajo estos planteamientos, este trabajo analiza particularmente el papel de la visualización como motor para el desarrollo de representaciones iniciales, a partir de dos experiencias desarrolladas en contextos educativos distintos. La primera corresponde a una experiencia de formación continua con profesores de educación básica, en la que se analiza la emergencia y evolución de las RF-E durante la resolución de una Situación de Investigación y su transformación mediante el trabajo colaborativo y el debate. La segunda corresponde a un curso de matemáticas y robótica con estudiantes, donde la interacción con dispositivos robóticos permite generar representaciones, anticipar comportamientos, experimentar y contrastar las relaciones matemáticas construidas con los resultados observados.

Los dos ejemplos permiten analizar cómo las formas iniciales de visualizar y representar una situación pueden movilizar otras nociones primitivas y favorecer progresivamente procesos de anticipación, predicción, validación, formulación de conjeturas y modelización matemática.

Referencias

Calvo Utrilla, M., Paños, E., & Ruiz-Gallardo, J.-R. (2025). La educación STEM a debate desde la Didáctica de las Ciencias. Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias, 22(2), 2102. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i2.2102

diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. Cognition and Instruction, 10 (2–3), 105–225.

Hitt, F., & Quiroz, S. (2019). La enseñanza de las matemáticas en un medio sociocultural y tecnológico. En F. Hitt & J. C. Cortés (Eds.), Investigaciones teórico prácticas sobre la modelación matemática en un medio tecnológico (pp. 11–29). AMIUTEM.

Hitt, F., & Quiroz, S. (2026). Evolution of non-institutional representations in a modeling process of teaching (ACODESA). Advances of Research in Mathematics Education, 29, 1–23. https://doi.org/10.35763/aiem29.6690

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. International Journal of STEM Education.

Landín, U., & Cortés, C. (2023). Representaciones socialmente construidas en la transición de la aritmética al álgebra: ACODESA, ETM y números poligonales. Revista UNIÓN, (68), 1–21.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. The Technology Teacher, 68(4), 20–26.

Wenger, E. (1998). Communities of practice. Learning, meaning, and identity. Cambridge: Cambridge University Press.

Zimmermann, W., & Cunningham, S. (1991). Editors' introduction: What is mathematical visualization? En Visualization in Teaching and Learning Mathematics (MAA Notes 19).

Ponencia III-5 | Miércoles 14 de octubre de 2026

UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA ECUACIONES DIFERENCIALES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE WEJËN KAJËN

Vidal Sánchez Yunuen, Vargas Vásquez Xaab Nop
Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha, UNAC México

yunuen.vs@purhepecha.tecnm.mx, xaabnop@unac.edu.mx

Nivel educativo: Nivel superior.

Categoría: Experiencia docente

Palabras clave: Modelo Wejën Kajën, secuencia didáctica, Ecuaciones diferenciales, Modelado matemático.

Resumen:

El uso de Wëjen Käjen (Vargas, 2012) en la enseñanza representa una propuesta valiosa para fortalecer procesos educativos más cercanos a la realidad cultural de los estudiantes. Desde la perspectiva Ayuujk de Oaxaca, México, este enfoque permite aprender desde Jääwën (el sentir), wïnmää'ny (el pensar) y Ya'ajkën (el crecer), vinculando los conocimientos académicos con la experiencia comunitaria y con problemas concretos del entorno. En el nivel superior, su implementación favorece una formación más significativa, intercultural y participativa, especialmente en áreas como las matemáticas, donde es posible conectar los contenidos abstractos con situaciones reales mediante estrategias contextualizadas y colectivas. En la presente investigación se elabora una secuencia didáctica para la asignatura de Ecuaciones Diferenciales, cuyo objetivo es mejorar la enseñanza dirigida a estudiantes de ingeniería, basada en el modelo de Wejën Kajën para un sistema de ecuaciones diferenciales, y que, además, permita al estudiante modelar y resolver los SED. De acuerdo con el modelo, la construcción de una secuencia didáctica ocurre en cuatro etapas de fortalecimiento; Loj'äjtën (Ser y estar muy tierno), que se presenta en esta exposición, Uunk'äjtën (Ser y estar tierno), Mëj'äjtën (Ser y estar maduro) y Mäj'äjtën (Ser y estar macizo) (Vargas, 2012). Para cada una de estas etapas, se aplica Wejën Kajën, es decir, Wejën (la reflexión), Kajën (la acción). A través de una serie de acciones y retroacciones es que la persona aprende, en este caso, ecuaciones diferenciales. Se parte desde Kajën (la acción) y se continúa con Wejën (la reflexión en torno a la acción) y se va profundizando en un ciclo que se repite hasta madurar y amacizar el concepto. Se ha observado que, al realizar actividades de modelado matemático de fenómenos o procesos de ingeniería en un curso de Ecuaciones Diferenciales, se detectaron obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como el contexto matemático, los procesos de ingeniería y la modelación matemática (Plaza-Galvez, 2016). El diseño e implementación de una secuencia didáctica que oriente progresivamente al estudiante desde la comprensión del problema hasta la construcción, la solución y la interpretación del modelo matemático representa una alternativa pertinente para atender estas dificultades (Guerrero Ortiz, 2013). Para Rodríguez Gallegos et al., (2016), el nuevo perfil de los alumnos requiere el desarrollo de una serie de competencias donde no solamente se adquieran conocimientos para la resolución

de problemas, sino también las habilidades para hacer uso de ellos en contextos cotidianos y específicos de cada profesión.

Para la construcción de la secuencia didáctica se precisa la construcción de ciertos descriptores que se deben satisfacer al momento de pensar o diseñar las actividades relacionadas con sistemas de ecuaciones diferenciales. La tabla 1 presenta los descriptores para la etapa Loj'äjtën a manera de ejemplo.

Tabla 1. Secuencia didáctica. Primera etapa.

Tabla de descriptores. Loj'äjtën de Ecuaciones Diferenciales. Etapa Loj´äjtën		
Momento	Käjen	Wëjen
Loj	1.- Se describe el paso inicial de la actividad, que consiste en una observación visual para introducir el tema central de los sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.	2.- Se plantea un conjunto de preguntas que buscan la reflexión del estudiante sobre la imagen y el tema introductorio.
Uunk	3.- Se presenta un texto para que el estudiante se involucre con el uso del concepto y se establecen las bases conceptuales antes de su aplicación, comenzando a transformar el ambiente para conocer los procesos de solución. La lectura, proporciona el contexto teórico sobre la importancia de la transición del lenguaje común (cualitativo) al lenguaje matemático (cuantitativo y exacto) para la ingeniería.	4.- Se presenta un conjunto de preguntas de reflexión destinadas a que el estudiante aplique lo que ha leído en el texto a la imagen introductoria. Esta sección busca cimentar la transición del lenguaje descriptivo al lenguaje matemático y se busca incitar la reflexión del estudiante para que comience a transformar el problema de la imagen (lenguaje común) en componentes matemáticos (lenguaje algebraico y variables), estableciendo así las bases del concepto antes de la aplicación.
Mëj	5.- Se muestra una lectura relacionada con el problema de los tanques detallando las características que se presentan con la mezcla y el proceso, sin indicar cantidades o datos. Se elabora una tabla donde se relacionen el lenguaje común con el lenguaje matemático referente a la lectura.	6.- Explicar el paso del lenguaje común al lenguaje matemático en un problema planteado siguiendo una serie de pasos que ayuden a la identificación de datos. Se da un ejemplo de un sistema de 2x2 Lo mismo se hace con un sistema de 3x3 y con un sistema en el que se involucren las derivadas.
Mäj	7.- Se proporciona una serie de problemas en los que deben identificar las variables, datos y plantear las ecuaciones. Y otra serie de ejercicios en los que se hará lo contrario: tienen que redactar un enunciado que se apegue a la ecuación.	8.- Realizar preguntas relacionadas a la imagen proporcionada en el punto 1. En donde el estudiante analizará y planteará una posible ecuación, cuyo objetivo principal es identificar las variables y representar un enunciado en lenguaje común al lenguaje matemático. Se brindan al estudiante videos y un texto para fortalecer el conocimiento sobre el planteamiento de problemas.

Tabla 1. Secuencia didáctica. Primera etapa

La tabla de descriptores (Tabla 1) para la etapa Loj'äjtën de la secuencia didáctica de Ecuaciones Diferenciales organiza el proceso de aprendizaje en cuatro momentos clave, estructurados bajo el modelo Wejën Kajën (reflexión y acción). A continuación, presento una interpretación general de cómo se desarrolla esta progresión:

Momento Loj (Introducción visual): Se centra en la observación inicial. El estudiante comienza con una actividad visual para introducir el tema de los sistemas de ecuaciones diferenciales lineales, guiado por preguntas que invitan a la reflexión.

Momento Uunk (Conceptualización): El objetivo es sentar los fundamentos teóricos. A través de un texto, el estudiante se involucra con los conceptos y comienza la transición del lenguaje común (descriptivo) al lenguaje matemático, estableciendo las bases antes de la aplicación práctica.

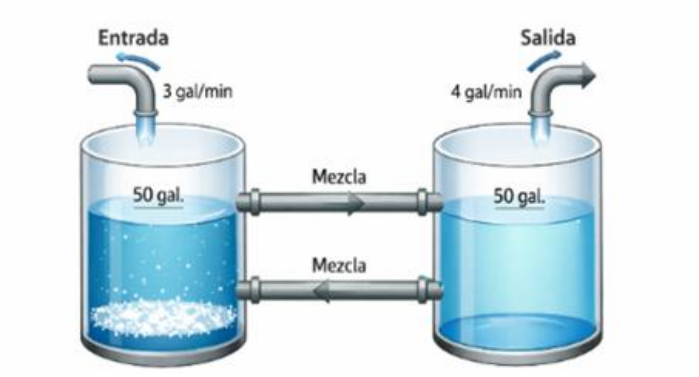
Momento Mëj (Relación y estructura): Se profundiza en la modelación. El estudiante analiza un problema (como el de los tanques) donde debe identificar características, datos y variables.

Momento Mäj (Aplicación y síntesis): Es la etapa de consolidación. El estudiante resuelve problemas identificando variables y planteando ecuaciones, además de realizar el proceso inverso (redactar enunciados a partir de ecuaciones).

En conjunto, la tabla describe un ciclo de aprendizaje iterativo: se parte de la observación (Kajën, acción) para llegar a la reflexión (Wejën), profundizando gradualmente en la comprensión, el planteamiento y la interpretación de los sistemas de ecuaciones diferenciales.

Una vez que se han determinado los descriptores para cada etapa y para cada momento, se procede a la construcción de las actividades.

Las siguientes imágenes presentan las actividades diseñadas para la etapa Loj'äjtën de la secuencia didáctica. En el momento Loj, en la que sólo consiste en una observación visual, usada como una introducción al tema



En el momento Uunk se proporciona el contexto teórico sobre la importancia de la transición del lenguaje común al lenguaje matemático.

Momento Mëj, el estudiante ya será capaz de identificar las variables y la razón de cambio. Como actividad, el estudiante podrá identificar las variables y la razón de cambio para llegar al modelo matemático que represente el problema planteado.

Y, por último, en el momento Mäj, el estudiante determina el sistema de ecuaciones diferenciales a partir del enunciado.

Figura 3. Problema de aplicación

Como parte de los resultados de un SED, el estudiante relaciona el procedimiento analítico con el gráfico; así, denota significado a las expresiones algebraicas en términos de representaciones gráficas. Se espera que, al aplicar esta secuencia didáctica, el estudiante adquiera el conocimiento para resolver problemas de modelado, siguiendo la secuencia didáctica bajo el modelo Wejën Kajën.

Referencias:

Guerrero Ortiz, C. (2013). Enseñanza y aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias en contexto: Una secuencia de enseñanza basada en la interpretación de modelos matemáticos (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Instituto Politécnico Nacional (IPN)]. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=324537

Meza, F. M. (2012). Ecuaciones diferenciales Ordinarias: Una introducción (Primera edición ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

Plaza-Galvez, L. F. (2016). Revista Científica. Revista Científica, 25(2), 176-187. https://doi.org/10.14483//udistrital.jour.RC.2016.25.a1

Rodríguez Gallegos, R., Quiroz Rivera, S., Rodríguez Gallegos, R., & Quiroz Rivera, S. (2016). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. Revista Latinoamericana de investigación en matemática educativa, 19(1), 99-124. https://doi.org/10.12802/relime.13.1914

Vargas, X. N. (2012). Wejën Kajën: Una aproximación teórica para la enseñanza-aprendizaje desde la cultura Ayuujk. Innovación Educativa, 12(58), 77-89.

Ponencia III-6 | Miércoles 14 de octubre de 2026

VISUALIZACIÓN ESPACIAL: UN MARCO BIBLIOGRÁFICO

Hernández Gutiérrez Ana Esther, Rodríguez Ibarra María Antonieta
Universidad de Sonora, México. Posgrado de Matemática Educativa

a9122819@unison.mx, mariaantonieta.rodriguez@unison.mx

Reporte de investigación, Visualización

Palabras claves: visualización, razonamiento espacial, pensamiento geométrico

Resumen

En este documento se identifican y analizan dificultades reportadas en la literatura sobre Visualización Espacial, que constituyen un componente esencial del pensamiento geométrico, al integrar procesos de interpretación, representación, transformación y manipulación de objetos espaciales. Diversos autores destacan su relación con el razonamiento geométrico y señalan dificultades en los estudiantes para coordinar representaciones bidimensionales y tridimensionales. Los enfoques de Fischbein, Duval, Gutiérrez, Bishop, Presmeg, Lohman, Pittalis y otros, reconocen que el desarrollo de las habilidades visoespacial no solo depende de los estudiantes, sino de las tareas y mediaciones didácticas y, aunque existen investigaciones relevantes, persiste la necesidad de propuestas que articulen el pensamiento geométrico y la visualización espacial para fortalecer el aprendizaje matemático.

Pensamiento Geométrico

La literatura analizada sobre pensamiento geométrico reconoce la visualización espacial como un componente esencial para el aprendizaje y la comprensión de las matemáticas, especialmente en Geometría. Desde una perspectiva epistemológica, el desarrollo de la visualización matemática constituye un proceso fundamental; sin embargo, Gutiérrez (1996), señala que gran parte de las investigaciones se han concentrado en áreas como el cálculo y el álgebra, situación que evidencia la necesidad de fortalecer las investigaciones centradas en el razonamiento espacial y visualización geométrica.

Diversos autores destacan que la visualización implica procesos cognitivos complejos relacionados con la intuición, manipulación e interpretación de imágenes mentales. Yakimanskaya (1991) define el pensamiento espacial como una actividad mental que permite construir y transformar imágenes espaciales durante la resolución de problemas prácticos y teóricos. Presmeg (1986) reconoce distintos tipos de imágenes visuales (pictóricas, dinámicas, cinestésicas o basadas en patrones) mostrando que la visualización geométrica va más allá de la simple observación de figuras. También, McGee (1979), Bishop (1978) y Kosslyn (1980) resaltan habilidades fundamentales para el pensamiento geométrico, como la rotación mental, la percepción de relaciones espaciales y la manipulación de configuraciones tridimensionales. Estas habilidades son especialmente relevantes en el estudio de la Geometría, pero en contraste muchos de los estudiantes suelen enfrentar dificultades al interpretar

representaciones bidimensionales de objetos tridimensionales, y relacionar diferentes sistemas de representaciones geométricas.

El interés por este estudio surge de reconocer que la comprensión de la Geometría requiere del desarrollo de capacidades de interpretar, representar, transformar y manipular objetos, además el desarrollo de la visualización espacial constituye un componente fundamental del pensamiento geométrico, por tanto, resulta relevante el diseño de propuestas didácticas que fortalezcan la Visualización Espacial en Geometría, apoyados en representaciones dinámicas, proyectos colaborativos y contextualizados. Además, el desarrollo de la visualización espacial no solo beneficia el aprendizaje matemático, sino que constituye una competencia clave en disciplinas como la ingeniería, la arquitectura, la física, el arte, el diseño y más, donde la interpretación y manipulación espacial son indispensables.

Visualización espacial Geométrica

En la investigación de Barrantes (2012) se señala que el fortalecimiento de las habilidades de la visualización espacial puede mejorar el desempeño en Geometría, especialmente en estudiantes con mayores dificultades en los aprendizajes geométricos esperados. Donde estas habilidades no solo explican parte de los obstáculos en el aprendizaje, sino que también constituyen un punto clave de intervención didáctica. Por otra parte, el desarrollo del pensamiento visoespacial en geometría; no depende solo de la capacidad del estudiante, sino del tipo de tareas, mediaciones didácticas y oportunidades de transformación mental que ofrece el entorno educativo.

La investigación realizada por Pittalis (2010) destaca que la comprensión de la Geometría no depende únicamente del dominio de los conceptos formales, sino también de procesos de visualización, representación y razonamiento espacial, además, diversos autores han desarrollado marcos teóricos que explican cómo los estudiantes construyen el pensamiento geométrico y cómo intervienen las habilidades espaciales en dicho proceso. Por ejemplo: la perspectiva de los conceptos figurativos, Fischbein (1993) sostiene que el pensamiento geométrico se caracteriza por una relación dialéctica entre la figura geométrica y el concepto matemático, haciendo énfasis en las propiedades visuales y figurativas como fundamentales para comprender los objetos geométricos. En una línea semejante, Gutiérrez (1992) afirmó que en la Geometría tridimensional los procesos de visualización constituyen un elemento central del razonamiento geométrico. Asimismo, Duval (1998) desarrolló un enfoque basado en los registros de representación semiótica, señalando que la comprensión geométrica exige coordinar distintas representaciones y transformar información entre registros visuales y conceptuales.

Por su lado, Bishop (1980) abordó el pensamiento geométrico desde las capacidades visuales, distinguiendo dos constructos relevantes: la interpretación de información figurativa (IFI) y el procesamiento visual (PV), elementos que permiten explicar cómo los estudiantes interpretan imágenes, diagramas y configuraciones espaciales en actividades geométricas. Además, Parzysz (1988) y Duval (1998) investigaron las dificultades asociadas a la representación de objetos tridimensionales en superficies bidimensionales. Pittalis y Christou (2010) investigaron sobre el razonamiento geométrico 3D, y propusieron que el pensamiento geométrico debe analizarse mediante distintos tipos de razonamiento vinculados con habilidades espaciales. En

este mismo orden de ideas Pattilis (2010, pp 196) enfatiza, que el razonamiento se entiende como "…un conjunto de procesos y habilidades que actúan como una herramienta factible en la resolución de problemas y nos permiten ir más allá de la información proporcionada". Los autores concluyen que habilidades como la visualización espacial, la orientación y las relaciones espaciales son factores predictivos importantes en el desarrollo del pensamiento geométrico tridimensional.

Adicionalmente, Lohman (1988) propuso un modelo de habilidades espaciales integrado por tres factores principales: visualización espacial, orientación y relaciones espaciales. Este marco teórico ha servido como referencia para numerosos estudios en educación matemática, interesados en comprender cómo las capacidades espaciales influyen en el aprendizaje de la geometría.

Conclusión

En este recorrido se reconoce la escasa atención al desarrollo de procesos de Visualización Espacial Geométrica, situación que se manifiesta, por un lado, en el desarrollo de la visualización espacial de los estudiantes y, por otro lado, en las propuestas de enseñanza. Esta revisión brinda elementos que muestran que la visualización espacial constituye un componente esencial del pensamiento geométrico y, un proceso cognitivo indispensable para comprender, interpretar, representar y transformar objetos geométricos. Lejos de limitarse al reconocimiento visual de figuras, la visualización implica la coordinación de imágenes mentales, representaciones, operaciones espaciales y razonamientos que permiten construir significados matemáticos cada vez más complejos.

El pensamiento geométrico debe comprenderse como un proceso complejo, lo cual se manifiesta en diversos estudios de autores como: Fischbein que desarrollo la explicación de la naturaleza dual de las figuras geométricas como objetos visuales y conceptuales; y Duval destaca la coordinación entre registros de representación; además en conjunto, estos marcos permiten fundamentar una concepción amplia de la visualización espacial como un proceso dinámico de construcción de conocimiento.

Aunque existen investigaciones sobre pensamiento geométrico, habilidades espaciales y visualización, aún son escasos los estudios que integren estos elementos en una propuesta didáctica dirigida específicamente al desarrollo de la Visualización Espacial Geométrica en los estudiantes. Este vacío resulta especialmente relevante considerando que la visualización constituye una competencia transversal para disciplinas como la ingeniería, la arquitectura, el diseño, la física y otras.

Fortalecer la visualización espacial no solo contribuirá a mejorar la comprensión de la Geometría escolar, sino también al desarrollo del pensamiento matemático, la capacidad para modelar situaciones reales, la resolución de problemas y la formación de estudiantes capaces de interpretar críticamente su entorno. De aquí que este recorrido por diversos modelos teóricos, aportan sustentos que contribuyen tanto al diseño de propuestas didácticas innovadoras, como a la discusión teórica sobre el papel de la visualización espacial dentro del pensamiento geométrico, y ofrecer elementos que fortalezcan la práctica docente.

Referencias

Barrantes, M., & Zapata, M. (2008). Obstáculos y errores en la enseñanza-aprendizaje de las figuras geométricas. Campo Abierto, 27(1), 55-71.

Crissey, J. (2023). Spatial Visualization of High School Geometry Students [Disertación de doctorado, The University of Southern Mississippi]. The Aquila Digital Community. https://aquila.usm.edu/dissertations/2197

Gutiérrez, A. (1996). Visualización en geometría tridimensional: En busca de un marco. En L. Puig y A. Gutiérrez (Eds.), Actas del XX Congreso Internacional de la PME (Vol. 1, pp. 3–19). Universidad de Valencia.

Guzmán, D. & Morales, I. (2025). Temas selectos de matemáticas I (4.ta ed.). Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora.

Pastor, A. & Rodríguez, Á. (1990). Una propuesta de fundamentación para la enseñanza de la geometría: El modelo de Van Hiele. In Teoría y práctica en educación matemática (pp. 295-384). Alfar.

Pittalis, M. & Christou, C. (2010). Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability. Educational Studies in Mathematics, 75(2), 191–212. https://doi.org/10.1007/s10649-010-9251-8

Scriba, C. & Schreiber, P. (2015). 5000 Years of Geometry: Mathematics in History and Culture (J. Schreiber, Trad.; H.-W. Alten, K.-H. Schlote, & H. Wesemüller-Kock, Eds.). Birkhäuser. https://doi.org/10.1007/978-3-0348-0898-9

Ponencia III-7 | Miércoles 14 de octubre de 2026

ACTIVIDADES DIDÁCTICAS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PROPORCIÓN POBLACIONAL MEDIANTE EL ENFOQUE DE RAZONAMIENTO INFERENCIAL INFORMAL

Durán Rubio Poulette Zinahi, Silvestre Castro Eleazar, Armenta Castro Maricela.

Universidad de Sonora, México

poulette.duran@unison.mx, eleazar.silvestre@unison.mx, maricela.armenta@unison.mx.

Nivel Superior, Reporte de investigación

Educación Estadística, Razonamiento Inferencial Informal, Simulación, Proporción muestral

Este reporte sintetiza los resultados de un trabajo de tesis consistente en un diseño de actividades didácticas sobre el muestreo aleatorio simple para la estimación de la proporción poblacional desde el enfoque del Razonamiento Inferencial Informal (RII), para estudiantes del área Económica-Administrativa del Nivel Superior.

Esta propuesta aborda las dificultades documentadas en la enseñanza del muestreo y la inferencia estadística, donde estudiantes presentan obstáculos para comprender conceptos como variabilidad, independencia y la relación entre la recolección, análisis e interpretación de datos (Burrill y Biehler, 2011). Dado que el muestreo es la base fundamental de la inferencia estadística (Batanero et al., 2019), la necesidad de contar con materiales didácticos apoyados en el RII ha cobrado relevancia como una alternativa necesaria para abonar a la comprensión de estos temas.

Este trabajo se sustenta en el marco de Zieffler et al. (2008) para el desarrollo del RII, cuyos componentes y tareas se detallan a continuación:

Tabla 1. Descripción de los componentes y tareas de Zieffler et al. (2008).

Categoría	Elemento	Descripción
Componentes	C1	Emitir juicios, afirmaciones o predicciones sobre poblaciones basadas en muestras, sin utilizar procedimientos y métodos estadísticos formales.
	C2	Aprovechar, utilizar e integrar conocimientos previos, en la medida que estén disponibles.
	C3	Articular evidencia basada en argumentos para emitir juicios, afirmaciones o predicciones sobre poblaciones basados en muestras
Tareas	T1	Estimar y graficar una población con base en una muestra.
	T2	Comparar (dos o más) muestras para inferir si existe una diferencia real entre las poblaciones de las que se tomaron las muestras.
	T3	Juzgar cuál de los dos modelos en competencia o declaraciones es más parecido a ser verdadero.

Nota. Adaptado de Zieffler et al. (2008).

El diseño metodológico, de corte cualitativo, se estructuró en cuatro fases: revisión documental, diseño y análisis a priori, pilotaje y, finalmente, la valoración de la propuesta. Bajo este esquema, se implementaron las actividades con un grupo de 40 estudiantes que cursaban la asignatura de Estadística II del área Económica-Administrativa de la Universidad de Sonora (UNISON).

El contexto y situación problema general en el que se desarrollaron las actividades didácticas, es el de una empresa financiera de nueva creación en el estado de Sonora, que desea realizar un estudio estadístico para estimar la cantidad de personas que no cuentan con tarjeta de crédito bancaria en Hermosillo y en otras ciudades del estado de Sonora, para evaluar si corresponde con lo declarado en la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera 2021 (ENIF) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2021), donde se afirma que un 25% de la población adulta (personas mayores de edad y hasta 70 años) de México cuentan con una tarjeta de crédito bancaria.

La propuesta integra cinco actividades didácticas: las actividades I y II exploran la variabilidad mediante simulaciones físicas y virtuales, la actividad III introduce la ley de los grandes números mediante trayectorias de datos, y finalmente, las actividades IV y V consolidan la inferencia informal mediante la comparación de múltiples poblaciones y la toma de decisiones fundamentadas.

A continuación se muestra la Tabla 2, que fue utilizada para el análisis de las respuestas de los estudiantes.

Tabla 2. Tabla general de valoración

Alcance del logro del propósito de la pregunta	Número de estudiantes que respondieron conforme a lo esperado
Satisfactorio	(6/6)
Medio o parcial	(3/6) a (5/6)
Escaso o incipiente	(1/6) a (2/6)
Nulo	0

Nota. Elaboración propia.

El análisis se llevó a cabo en dos etapas: una descriptiva, donde se indicaba la frecuencia de respuestas y sus rasgos prototípicos, y una interpretativa, para valorar el nivel de logro de los objetivos de cada pregunta. Para llevar a cabo este análisis, se seleccionaron las hojas de trabajo de seis estudiantes que completaron todas las actividades didácticas y con base en la riqueza de sus respuestas.

A continuación, se muestran los resultados de cada actividad.

En las actividades I y II, observamos complicaciones en conceptos básicos como el manejo de proporciones y la independencia entre extracciones, con base en el análisis, esto se tradujo en un nivel de logro escaso o incipiente (1/6 a 2/6). No obstante, el contraste entre la simulación física y la virtual permitió que superaran estas confusiones al notar patrones de variabilidad que antes no lograron ver. En la actividad III, se enfocaron en detalles aislados y no identificaron cómo se estabilizaron los datos a medida que aumentaba el tamaño de la muestra, donde se

mantuvo un nivel de logro escaso o incipiente (1/6 a 2/6). Por otro lado, en las Actividades IV y V alcanzaron un nivel de medio o parcial a satisfactorio (5/6 a 6/6), al interpretar gráficas y comparar ciudades. Sin embargo, comprender la estabilización de los datos siguió siendo una dificultad importante para lograr una inferencia sólida.

Ante las dificultades detectadas en el análisis de resultados, realizamos un rediseño de las actividades didácticas. Aplicamos ajustes en las cinco actividades, integrando preguntas clave para apoyar a los estudiantes en la comparación de muestras. Al evaluar la propuesta, concluimos que el RII no surge de forma espontánea o automática, requiere un plan de trabajo que cuestione las ideas previas de los estudiantes. Tal como señalaron Batanero et al. (2019), el muestreo es una idea fundamental, pero su enseñanza resulta poco efectiva si no se aborda desde la práctica.

Si bien el uso de Excel facilitó que visualizaran los resultados en la simulación virtual, observamos que las preguntas podrían ser rediseñadas para guiar a los estudiantes a comparar y discutir sus ideas constantemente. Así, reafirmamos lo expuesto por Burrill y Biehler (2011), que la transición de las muestras a la inferencia, efectivamente, es un desafío complejo en la Didáctica de la Estadística.

A nivel autocrítico, reconocimos que el diseño original subestimó la falta de experiencia de los estudiantes en el muestreo físico y virtual, aspecto que corregimos al ajustar nuestras actividades. Este trabajo no solo aportó recursos para el área Económico-Administrativa, sino que, fortaleció la enseñanza de la Estadística enfocada en el RII, como una alternativa para la comprensión del muestreo aleatorio simple. Sin embargo, aún se podría explorar el diseño de actividades centradas en las tareas restantes de la propuesta de Zieffler et al. (2008), así como también para otros parámetros.

REFERENCIAS

Batanero, C., Begué, N., Gea, M., y Roa, R. (2019). El muestreo: una idea estocástica fundamental. SUMA, 90, 41-47. https://www.researchgate.net/publication/337869513_El_muestreo_Una_idea_estocastica_fundamental

Burrill, G. y Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. En C. Batanero, G. Burrill, y C. Reading (Eds.). Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education: A Joint ICMI/IASE Study (pp. 57-69). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_10

Zieffler, A., Garfield, J., Delmas, R., y Reading, C. (2008). A framework to support research on informal inferential reasoning. Statistics Education Research Journal, 7(2), 40-58. https://doi.org/10.52041/serj.v7i2.469

Ponencia III-8 | Miércoles 14 de octubre de 2026

LA AUSENCIA DE TECNOLOGÍA COMO PROBLEMA CURRICULAR EN LA ENSEÑANZA DEL ÁLGEBRA TEMPRANA: UNA EVALUACIÓN DESDE LAS VOCES DE DOCENTES Y ESTUDIANTES EN UNA ESCUELA NORMAL DE NUEVO LEÓN

Quiroz Rivera Aleida Cecilia, Huerta Balderas Sylvia Ivette

Escuela Normal "Profr. Serafín Peña", Montemorelos, Nuevo León, México

aleidac.quiroz@gmail.com, sylvia.huerta@ensp.edu.mx

Educación Superior. Reporte de investigación. Desarrollo profesional docente, tecnología educativa, álgebra temprana, formación docente, evaluación curricular

Introducción y problema

La integración de la tecnología en la enseñanza del álgebra no es un tema periférico: Kaput (2000) señaló que las herramientas tecnológicas son condición para algebrizar el currículo de manera accesible y significativa. Entornos como GeoGebra permite que los estudiantes visualicen patrones, exploren funciones y manipulen estructuras algebraicas de forma dinámica, haciendo tangible lo que en formato textual resulta abstracto. En la formación inicial de docentes, esta dimensión es doblemente importante: los futuros maestros no solo deben aprender álgebra con tecnología, sino aprender a enseñarla con ella.

El curso Álgebra. Su aprendizaje y su enseñanza, del segundo semestre de la Licenciatura en Educación Primaria (LEP) Plan 2022, tiene como propósito desarrollar el pensamiento algebraico desde el enfoque del álgebra temprana. Sin embargo, un análisis del programa oficial revela que no contempla ningún recurso tecnológico específico para ninguna de sus tres unidades. Los materiales prescritos son exclusivamente textos de investigación especializados (Kaput, 2008; Kieran, 2004; Radford, 2010), pensados para lectores con formación avanzada en didáctica de las matemáticas. Esta ausencia de mediación tecnológica, en un curso dirigido a estudiantes de segundo semestre en fase de inmersión inicial, constituye el problema central de este estudio: ¿qué papel ocupa la tecnología en el desarrollo real del curso de Álgebra en la Escuela Normal, y qué evidencia aportan docentes y estudiantes sobre su necesidad como eje articulador del aprendizaje algebraico?

Marco teórico

El análisis se apoya en tres referentes complementarios. Primero, la idoneidad mediacional de Godino et al. (2012), que evalúa la calidad de la instrucción matemática en función de los recursos utilizados para mediar el aprendizaje. Un curso con alta idoneidad mediacional integra herramientas que facilitan la representación, exploración y comunicación de los objetos matemáticos. Segundo, la transposición didáctica (Chevallard, 1997), que permite examinar si el saber algebraico de la investigación especializada ha sido transformado en saber enseñable

para normalistas de segundo semestre; en ese proceso de transformación, la tecnología puede actuar como el puente que hace accesible lo que en formato académico resulta inaccesible. Tercero, el Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) (Mishra y Koehler, 2006), marco que plantea que los docentes de matemáticas necesitan integrar de manera articulada el conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico: formarlos sin tecnología los priva de uno de los tres componentes esenciales de su saber profesional.

Metodología

Se adoptó un enfoque mixto. Dos cuestionarios con escala Likert (1-5) y preguntas abiertas fueron implementados mediante Google Forms. Participaron estudiantes de segundo semestre y docentes del curso. Los instrumentos incluyeron reactivos sobre accesibilidad de materiales, experiencia de aprendizaje, conexión con la docencia y valoración de recursos disponibles. Las preguntas abiertas exploraron, entre otros aspectos, qué materiales complementarios utilizan los docentes y qué cambios demandarían estudiantes y docentes a los materiales del curso. Los datos cuantitativos se procesaron con estadística descriptiva; los cualitativos, mediante análisis de contenido temático con categorías emergentes.

Resultados: la tecnología ausente y demandada

La Tabla 1 presenta los promedios por eje. El patrón más significativo desde el eje tecnológico es la diferencia entre el eje de conexión con la formación docente, el mejor valorado, y el eje de extensión y carga de lectura, el único por debajo de 4.0. Esta brecha sugiere que los estudiantes valoran el para qué del curso, pero encuentran que los materiales en su formato actual dificultan el acceso a los contenidos.

Tabla 1. Promedios de valoración por grupo y eje

Grupo	Eje evaluado	Media (1-5)
Estudiantes	Accesibilidad de textos	4.49
	Extensión y carga de lectura	3.99
	Experiencia de aprendizaje	4.45
	Conexión con la formación docente	4.59
Docentes	Textos y materiales	3.21
	Práctica con el programa	3.00
	Percepción sobre los estudiantes	3.00

La evidencia más directa sobre el papel de la tecnología proviene de las preguntas abiertas. Al preguntar a los docentes qué materiales complementarios utilizan, todos reportaron recursos tecnológicos de manera espontánea: "explicaciones en videos", "materiales didácticos manipulables" y actividades diseñadas ad hoc para vincular el álgebra con la práctica en primaria. Esta información es significativa: los docentes han construido, por iniciativa propia,

una capa tecnológica sobre un currículo que no la contempla. Dicha capa es invisible al diseño oficial, no se sistematiza y depende de la disposición individual de cada docente.

Del lado de los estudiantes, las respuestas abiertas muestran una demanda tecnológica clara, aunque los estudiantes no la nombren con ese término: "que sean más dinámicos", "más creativos que nos motiven", "que haya más imágenes o ilustraciones", "más ejemplos visuales", "que se pongan en práctica y no sea solo explicación". Todas estas categorías describen, en lenguaje cotidiano, lo que las herramientas tecnológicas para el aprendizaje algebraico hacen posible: dinamismo, visualización, interactividad y contextualización práctica. Los estudiantes demandan tecnología sin nombrarla porque no la conocen como recurso disponible para aprender álgebra.

Adicionalmente, los docentes identificaron que el programa no está actualizado respecto a la Nueva Escuela Mexicana (NEM), señalando que los textos no corresponden al campo formativo "Saberes y pensamiento científico" en el que sus estudiantes deberán ejercer. Esto añade una dimensión ecológica al problema tecnológico: la NEM plantea el uso de tecnología como parte del quehacer matemático en la educación básica, y un curso de formación inicial que no integra tecnología genera docentes sin los recursos para responder a ese mandato curricular.

Discusión y propuesta de integración tecnológica

Los resultados permiten afirmar que el curso de Álgebra presenta un déficit de idoneidad mediacional y tecnológica (Godino et al., 2012) que los docentes compensan informalmente, pero que el currículo prescrito no resuelve. Desde el TPACK (Mishra y Koehler, 2006), el conocimiento tecnológico del contenido algebraico es el componente más ausente en la formación que el curso ofrece actualmente: los textos desarrollan el conocimiento disciplinar, las actividades prácticas abordan lo pedagógico, pero ningún elemento del diseño oficial integra la dimensión tecnológica.

Una propuesta de integración tecnológica articulada con las tres unidades del curso podría estructurarse así: en la Unidad de Pensamiento estructural, GeoGebra posibilita explorar patrones numéricos y geométricos de forma visual e interactiva, haciendo que la generalización sea observable antes de ser formalizable; en la Unidad de Pensamiento funcional, permite construir y manipular representaciones de funciones en tiempo real, estableciendo conexiones entre tablas, gráficas y expresiones algebraicas que el texto impreso solo puede describir; en la Unidad de Pensamiento variacional, simuladores dinámicos y videos de aula hacen visible la variación en contextos reales, respondiendo directamente a la demanda docente de vinculación con la educación básica. Esta integración no reemplaza los textos, sino que realiza la transposición didáctica tecnológicamente mediada (Chevallard, 1997) que el programa actualmente omite.

Conclusiones

La tecnología no es un recurso de apoyo opcional en la enseñanza del álgebra temprana: es, como señala Kaput (2000), una condición para que el pensamiento algebraico sea accesible y significativo. Los datos de este estudio documentan que su ausencia en el currículo prescrito genera dos consecuencias medibles: textos de alta complejidad sin mediación visual ni interactiva, y docentes que construyen solos una capa tecnológica que el diseño oficial no

reconoce ni sistematiza. La formación inicial docente en Escuelas Normales requiere integrar el TPACK como marco explícito: los futuros maestros necesitan aprender álgebra con tecnología para poder enseñarla con ella. La agenda de investigación que abre este estudio incluye el diseño, implementación y evaluación de secuencias didácticas tecnológicamente mediadas para las tres unidades del curso, así como la documentación del impacto de esa integración en los aprendizajes algebraicos de los normalistas.

Referencias

Chevallard, Y. (1997). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. Aique.

Godino, J., Castro, W., Aké, L. y Wilhelmi, M. (2012). Naturaleza del razonamiento algebraico elemental. Boletim de Educação Matemática, 26(42B), 483-511.

Goodson, I. (1991). La construcción social del currículo. Revista de Educación, 295, 7-37.

Kaput, J. (2000). Transforming algebra from an engine of inequity to an engine of mathematical power by "algebrafying" the K-12 curriculum. ERIC.

Mishra, P. y Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017-1054.

Secretaría de Educación Pública. (2022). Álgebra. Su aprendizaje y su enseñanza. Programa del curso. Segundo semestre. LEP Plan 2022. DGESM.

Ponencia III-9 | Miércoles 14 de octubre de 2026

EL INFINITO: ENTRE LA FASCINACIÓN DIVINA Y EL OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

Fernando Hitt
Cinvestav-UQAM

Resumen

El texto analiza el concepto de infinito como una noción que ha acompañado al ser humano desde la antigüedad, distinguiendo entre infinito potencial (proceso indefinido) e infinito actual (entidad completa y formal). Señala que la enseñanza matemática suele presentar el infinito actual mediante el lenguaje del infinito potencial, generando dificultades de comprensión. Mediante un enfoque STEAM, se estudió cómo futuros profesores de matemáticas construyen significados sobre el infinito a partir de obras de Kandinsky y Max Bill. Las actividades promovieron procesos de visualización, conjetura, matematización y argumentación. Los resultados muestran que algunos estudiantes permanecen en concepciones intuitivas del infinito potencial, mientras que otros logran comprender el infinito actual mediante series, límites y demostraciones. Se concluye que el infinito sigue siendo un obstáculo epistemológico, pero que las actividades interdisciplinarias favorecen una comprensión más profunda y rigurosa del concepto.

1. Introducción

El infinito es una noción que emergió de manera natural al preguntarse el humano sobre su existencia. Su aplicación a las matemáticas no se hizo esperar y precisamente en la época de oro de los griegos emergen contradicciones sobre la manera de concebir el infinito en sus aplicaciones y en las matemáticas (las paradojas de Zenón de Elea). Así, en forma natural filósofos y matemáticos se interesaron en el estudio del concepto de límite, en esas épocas apareció una tensión conceptual profunda: la coexistencia entre un infinito intuitivo, asociado a la idea de proceso indefinido, y un infinito actual, formal, propio del tratamiento matemático riguroso del cálculo. El problema principal es que enseñamos la noción del infinito actual con el lenguaje del infinito potencial.

Esta tensión genera dificultades persistentes en el aprendizaje, incluso entre estudiantes con formación matemática avanzada. En el presente trabajo nos interesamos en analizar estas dificultades con profesores en formación que ya han completado una licenciatura en matemáticas y que se preparan para enseñar en los niveles de secundaria y bachillerato dentro de programas educativos orientados al desarrollo de habilidades en contextos STEM.

Para abordar esta problemática proponemos un enfoque STEAM, que incorpora también las artes, con el objetivo de situar las nociones de infinito dentro de un marco más amplio que integre dimensiones históricas, epistemológicas y culturales del conocimiento matemático. Desde esta perspectiva, las dificultades conceptuales asociadas al infinito pueden interpretarse a la luz de la noción de obstáculo epistemológico introducida por Bacherlard en La formation de l'esprit scientifique (1938/1977). Según este autor, el progreso del conocimiento científico

requiere superar formas previas de pensamiento que, en determinados momentos, se convierten en obstáculos para la construcción de nuevos conceptos.

En una experiencia formativa con futuros profesores de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato en España, se organizaron cinco equipos de trabajo siguiendo una metodología de aprendizaje colaborativo. El propósito de esta investigación es analizar las concepciones sobre el infinito que emergen en las producciones de los participantes a partir de la interpretación y discusión de dos obras de Wassily Kandinsky y dos obras de Max Bill. El interés se centra en identificar cómo los estudiantes construyen significados en torno al infinito y cómo dichas concepciones evolucionan mediante procesos de interacción y argumentación colectiva. Para ello, se presenta una situación didáctica vinculada a una de las obras de Max Bill, diseñada para favorecer inicialmente procesos de matematización horizontal y, posteriormente, mediante la discusión y la reflexión compartida, promover formas más elaboradas de matematización vertical (Freudenthal, 1991). Se solicitó realizar un análisis individual y comparativo de dichas producciones, identificando las características específicas de cada grupo y proporcionando una visión global de su evolución conceptual. En particular, interesa examinar las nociones de infinito potencial e infinito actual presentes en los razonamientos de los estudiantes, así como los procesos de visualización, anticipación, predicción, formulación de conjeturas y argumentación o demostración matemática que se manifiestan en sus respuestas. El análisis deberá destacar tanto las diferencias como las convergencias entre los equipos, con el fin de comprender el papel que desempeña el infinito como objeto de fascinación intelectual y, al mismo tiempo, como posible obstáculo epistemológico en la construcción del conocimiento matemático.

2. El infinito desde una perspectiva amplia

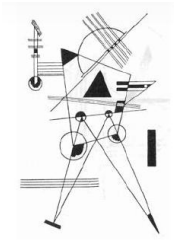
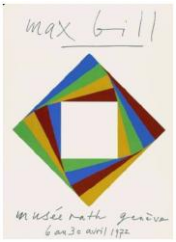
El concepto de infinito ha acompañado al ser humano desde tiempos remotos. Su origen probablemente esté ligado a la reflexión sobre la vida más allá de la muerte, así como a la percepción de la inmensidad del universo, concebido como algo sin principio ni fin. De hecho, ha sido en el ámbito religioso donde esta idea encontró algunas de sus expresiones más antiguas y persistentes. Desde las primeras civilizaciones conocidas, pueden distinguirse dos formas fundamentales de concebir el infinito:

El infinito potencial, vinculado a procesos interminables, como la repetición indefinida de una acción a lo largo del tiempo.

El infinito actual o dado, que imagina el universo como algo completo, ilimitado e inmutable.

Población: 19 estudiantes que habían finalizado una licenciatura en matemáticas e iniciado un “Máster” de didáctica de las matemáticas para devenir profesores de enseñanza media y bachillerato español.

Actividades con respecto al infinito. Para iniciar se les propuso a los alumnos cuatro obras, dos de Kandinky (Composición VIII y Triángulo negro) y dos de Max Bill sobre tríangulos.

Se les preguntó a los estudiantes sobre la noción de infinito en la vida diaria, en la religión y sobre las obras de Kandinsky y Max Bill.

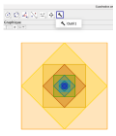
Todo mundo mencionó el uso del infinito en la religión (en general) y mencionaban más bien cosas del pasado, como que los egipcios creían que los faraones tenían una vida infinita después de la muerte.

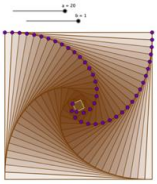
Algo sorprendente fue el hecho de analizar la obra de Kandinsky (Composición VIII) como una obra que induce a pensar en el caos y que la obra de Max Bill representaba el orden.

Increíble como afirmación, pero tal vez ello se deba a que en las obras de Max Bill se percibe de inmediato una regularidad que no es fácil encontrar en la obra de Kandinsky. Un aspecto importante, desconocido para los estudiantes implicados, es que Kandinsky poseía una forma de sinestesia, una condición perceptiva mediante la cual asociaba espontáneamente sonidos, colores y formas. Al escuchar música, experimentaba sensaciones cromáticas y visuales específicas, lo que influyó profundamente en su arte abstracto y en su búsqueda de una correspondencia entre color, forma y emoción. Esta relación se refleja en el uso de composiciones estructuradas mediante formas geométricas organizadas armoniosamente, donde cada elemento contribuía a expresar una experiencia estética y espiritual.

Tomando como pretexto la obra de Max Bill, se diseñó una actividad que nos permitía medir con mayor cuidado las ideas intuitivas de los estudiantes sobre el infinito potencial y el actual.

Se inicia con la construcción con GeoGebra de una serie de cuadrados encajados (figura más abajo) para ir entendiendo el proceso de infinito potencial. Enseguida una pregunta b) ligada al infinito potencial y una pregunta c) ligada al infinito actual (¿Cuál es la suma total?).

b) ¿Qué puedes decir de esta configuración si continuamos el proceso indefinidamente? Proporcionar una explicación de tus conjeturas.	c) Se solicitaba la suma total del área de los triángulos que quedaban fuera en la construcción.	

Enseguida se explicaba que considerando una de las pinturas de Max Bill, se generalizaba la construcción, primero con GeoGebra y enseguida solicitando un proceso de cálculo al límite. Se designó el área de cada cuadrado (lado *a* y *b*<*a*) como $A_1, A_2, \ldots, A_n, \ldots$ y se solicitó explícitamente el cálculo de $\lim_{n\to\infty} A_n$. Se mencionó el interés de calcular ese límite y si el límite existía.	

Resultados globales

Equipo	Matematización Horizontal	Matematización Vertical	Contradicciones	Tipo de Infinito
1	Buen nivel; anticipación y visualización básica	Limitada; sin generalización ni contradicción explícita	No detectadas	Potencial (intuitivo)
2	Completa; visualización, conjetura, preguntas complejas	Avanzada; cálculo formal de series y límites	Detectadas y superadas	Potencial y actual (explícito)
3	Básica; centrada en la construcción visual	Ausente o superficial; no hay lenguaje formal	No emergen	Potencial (implícito)
4	Sólida; reconocen simetría, fractalidad	Fuerte; series, límites, fórmulas y demostración	Detectadas y resueltas	Potencial y actual
5	Clara; uso empírico y conjetura formal	Justificada con cálculo, serie geométrica	Detectadas y superadas	Potencial y actual

A manera de discusión. Los resultados muestran que la comprensión del infinito no depende únicamente del dominio de procedimientos matemáticos formales, sino también de la capacidad de los estudiantes para transitar entre intuiciones iniciales y procesos de argumentación rigurosa. La integración de obras artísticas de Kandinsky y Max Bill permitió evidenciar diferentes concepciones del infinito, favoreciendo la emergencia de procesos de visualización, conjetura y matematización. Mientras que algunos equipos permanecieron en una interpretación asociada al infinito potencial, centrada en la observación de patrones y procesos indefinidos, otros lograron avanzar hacia la noción de infinito actual mediante el uso de series geométricas, límites y demostraciones formales. Estos hallazgos sugieren que el infinito continúa funcionando como un obstáculo epistemológico, incluso en estudiantes con formación matemática avanzada, pero también muestran que las actividades interdisciplinarias de enfoque STEAM pueden constituir un medio eficaz para promover la reflexión conceptual y la superación de contradicciones entre las concepciones intuitivas y formales del infinito.

Referencias

Hitt, F. (2025-2026). Para ir comiendo. Boletín DME, Marzo 2025, p. 6; Marzo 2026, p. 6-7.

Grabiner, J. V. (1983). Who Gave You the Epsilon? Cauchy and the Origins of Rigorous Calculus. American Mathematical Monthly, 90, 185-194.

Murtagh, J. (2024). The paradox of 1 – 1 + 1 – 1 + 1 – 1 + … Why a mathematiciean thought this infinite series explained how God created the universe. Scientific American Magazine. 331(3), October 2024. 58.

IV. Modelación

Ponencias simultáneas

Ponencia IV-4 | Miércoles 14 de octubre de 2026

USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, EXCEL Y GEOGEBRA PARA ANALIZAR LA INFLUENCIA DEL CONTEXTO CULTURAL EN EL APRENDIZAJE DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Martínez Pérez Edith, Peñuelas Flores Marlen, Zambrano Ayala José, Rodríguez García David Alejandro

Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero, México

edith.mp@gamadero.tecnm.mx, L221130178@gamadero.tecnm.mx, jose.za@gamadero.tecnm.mx, L221130189@gamadero.tecnm.mx

Nivel educativo: Educación Superior

Categoría: reporte de investigación

Palabras clave: inteligencia artificial, GeoGebra, Excel, contexto cultural, educación estadística.

Resumen

Resumen. La integración de tecnologías digitales en la educación matemática ofrece nuevas oportunidades para diseñar, contextualizar y analizar actividades de aprendizaje. La educación estadística contribuye al desarrollo de competencias para la interpretación de datos y la toma de decisiones fundamentadas (Batanero, 2001), mientras que la familiaridad con el contexto de los problemas puede influir en los procesos de comprensión matemática (Salgado, 2017). Asimismo, la teoría del aprendizaje significativo plantea que los estudiantes atribuyen mayor sentido a los nuevos conocimientos cuando estos se relacionan con experiencias cercanas a su realidad (Moreira, 1997).

Objetivo. Analizar la influencia de problemas de probabilidad y estadística descriptiva en entornos estadounidenses y contextualizados a un ambiente mexicano sobre el rendimiento académico de estudiantes de nivel superior, incorporando inteligencia artificial (IA), Excel y GeoGebra como herramientas de apoyo para el diseño, análisis y validación de resultados.

Metodología. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y comparativo. Participaron dos grupos de 22 estudiantes del Instituto Tecnológico de Gustavo A Madero (ITGAM). Se aplicaron dos instrumentos de evaluación: uno conformado por problemas de contexto estadounidense basados del texto Estadística para la Administración y economía (Anderson et al., 2012) y otro adaptado al contexto mexicano. La inteligencia artificial se utilizó para apoyar la redacción y contextualización de los problemas. Microsoft Excel se empleó para organizar y analizar los datos mediante el cálculo de la media ($\dot{x}$), mediana (*Me*), moda (*Mo*), varianza(s^2) y desviación estándar (s), mientras que GeoGebra permitió validar los procedimientos y representar gráficamente los resultados.

Resultados. El examen en contexto estadounidense presento una media de 33.27, una mediana de 34 y una moda de 55; el examen en contexto mexicano registro una media de 20.00, una mediana de 17.5 y una moda de 20. La desviación estándar fue de 21.36 y 20.12, respectivamente. Los análisis realizados en Excel y la visualización grafica desarrollada en GeoGebra mostraron un mejor desempeño en los problemas contextualizados en el entorno estadounidense.

Conclusiones. Los resultados difieren de la expectativa inicial de que un contexto cultural más cercano favoreciera el desempeño académico. No obstante, la comparación estuvo condicionada por el hecho de que la evaluación contextualizada al entorno mexicano correspondió a un examen de recuperación y a distinto grupo de estudiantes al que presentó el examen en contexto estadounidense. El estudio evidencia el potencial de la inteligencia artificial para la adaptación de instrumentos de evaluación, así como la utilidad de Excel y GeoGebra para el procesamiento, validación y visualización de datos en investigaciones de educación matemática. Se recomienda ampliar la muestra y realizar aplicaciones en condiciones equivalentes.

Referencias

Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2012). Estadística para administración y economía. Cengage Learning.

Batanero, C. (2001). Didáctica de la estadística. Universidad de Granada.

Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: Un concepto subyacente. En Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo (pp. 19-44).

Salgado, F. J. (2017). El papel del contexto y la familiaridad con el contexto en los problemas matemáticos. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 20(3), 265-292.

UNESCO. (2023). Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación. UNESCO Publishing.

Ponencia IV-5 | Miércoles 14 de octubre de 2026

LA INTEGRAL DEFINIDA EN LA ELECTRÓNICA DIGITAL: ANÁLISIS DEL CIRCUITO INTEGRADOR CON TRACKER Y GEOGEBRA

Rafael Pantoja González, Karla Liliana Puga Nathal, Carlos Enrique Maciel García, Jorge Alfredo Ramos Jacobo, Neni Simoné Sánchez Montaño .

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán; México

rafael.pg@cdguzman.tecnm.mx, karla.pn@cdguzman.tecnm.mx, carlos.mg@cdguzman.tecnm.mx, jorge.rj@cdguzman.tecnm.mx, neni.sm@cdguzman.tecnm.mx

Nivel educativo: licenciatura.

Palabras Clave: Integral,Electrónica, Geogebra, Tracker, colaborativo.

Resumen

La propuesta que se presenta fue desarrollada al observar la necesidad de trasladar los conocimientos que se generaron en la materia de cálculo integral, específicamente en integrales definidas y que se requieren para la interpretación aplicación en los amplificadores operaciones en la configuración “circuito integrador” en la materia de Circuitos digitales.

En este primer reporte se considera el uso del Tracker, GeoGebra y la fotografía digital para profundizar en los conceptos básicos del teorema fundamental del cálculo, como son función, intervalos superior e inferior de integración y variable independiente y dependiente.

En la tabla 1, el esquema de circuito integrador con amplificadores operaciones es una aplicación de la integral, en donde al ingresar una señal senoidal en la entrada del amplificador operacional se obtiene a la salida una función cosenoidal como señal de salida. La ecuación característica del amplificador integrador también muestra la fórmula de trabajo con que se describe dicho circuito.

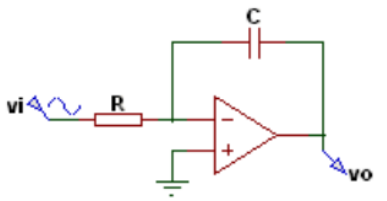
	$v_0(t) = -\frac{1}{RC}\int v_i(t)dt + K$

Tabla 1: Configuración general del circuito integrador y su ecuación característica de salida. Imagen tomado de https://wilaebaelectronica.blogspot.com/2017/01/amplificador-integrador.html el día 28 de junio del 2026.

El uso de las teorías ACODESA de Fernando Hitt (2015) y LAS REPRESENTACIONES SEMIOTICAS de Duval (2004) se utilizaron de apoyo para la puesta en marcha de esta propuesta ya que es de gran importancia que los estudiantes puedan reacomodar los registros

que tienen como conocimientos previos de la aplicación de una integral. Para poder con el uso de Tracker y GeoGebra se puedan trasladar al contexto de la electrónica al seguir y aplicar estos principios.

La intención de este trabajo es reforzar los conceptos básicos del teorema fundamental del cálculo con el apoyo del uso del Tracker, GeoGebra y la fotografía digital para seccionar funciones, localizar su intervalo superior, inferior y su función característica del contorno de los objetos que se encuentran en el entorno del estudiante.

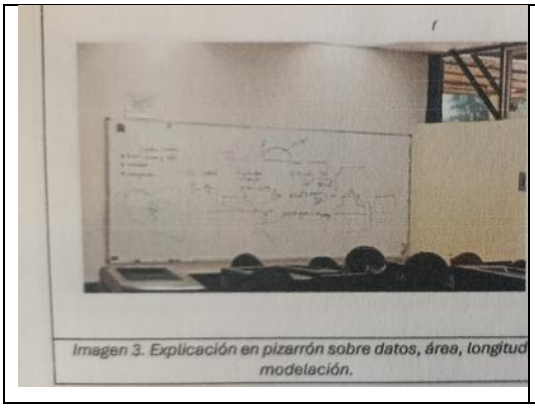
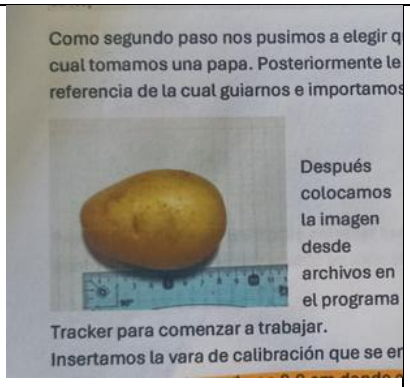
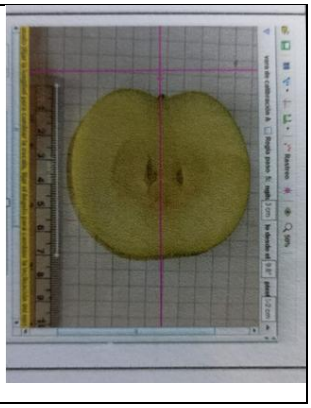
Para esta propuesta se realizaron cuatro sesiones de trabajo, se tomó esta decisión ya que las realimentaciones anteriores proponían que las sesiones eran cortas y muy pocas.

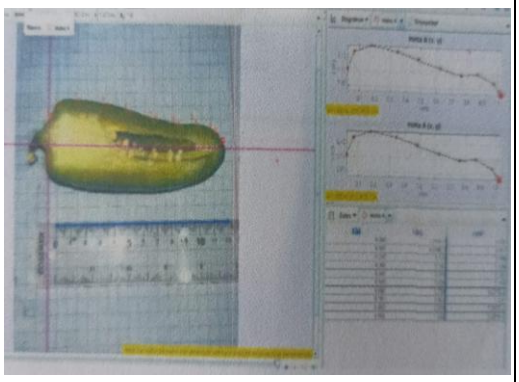
En la primera sesión de trabajo se hace énfasis en el uso de las herramientas básicas de tracker, como ingresar la fotografía de trabajo, las características ideales aproximadas de la fotografía, los comandos que se usarán para obtener las coordenadas (x,y) del objeto seleccionado a libre opción.

En esta misma sesión, se le solicitó al estudiante que llevara al laboratorio de matemáticas el objeto para obtener su contorno y buscar la función característica del objeto. Se realizó en conjunto, tanto equipo de docentes como estudiantes para que a su vez fueran externando dudas sobre el uso de Tracker y relacionarse fácilmente con las herramientas.

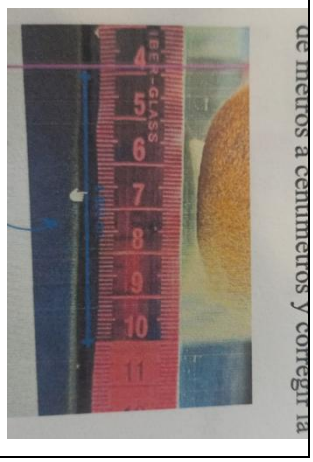
Se realizo trabajo colaborativo en donde los estudiantes van tomando nota y la evidencia de trabajo de su objeto. En la tabla 2, algunos ejemplos que los estudiantes lograron trabajar.

Tabla 2, algunos objetos que fueron usados para las coordenadas (x,y) del contorno, para posterior, obtener su función característica con sus intervalos de trabajo.

 Imagen 3. Explicación en pizarrón sobre datos, área, longitud modelación.	 Como segundo paso nos pusimos a elegir q cual tomamos una papa. Posteriormente le referencia de la cual guiarnos e importamos Después colocamos la imagen desde archivos en el programa Tracker para comenzar a trabajar. Insertamos la vara de calibración que se er	



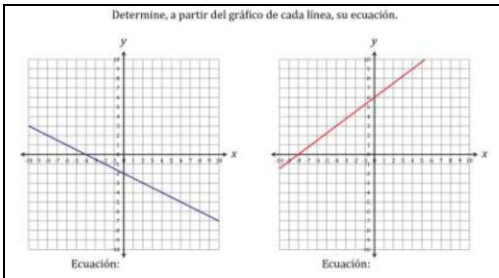




En la segunda sesión se llevaron las coordenadas (x,y) de Tracker a GeoGebra. El uso de GeoGebra busca facilitar el obtener la función característica del contorno del objeto seleccionado, se dio continuidad con el trabajo a la par con los estudiantes y el cuerpo de docentes, para ir buscar solucionar las dudas en el momento adecuado y sin prisas. Esta sesión buscó reforzar el identificar que es una función, buscó identificar el intervalo de trabajo en un objeto que propusieron los estudiantes. También el uso de herramientas especializadas para “conectar” los “puntos” y obtener su función, “recortar” la función que no es “necesaria” e identificar los límites superior e inferior de su objeto. En esta sesión los estudiantes empiezan a notar que es un intervalo de trabajo y no solo verlo en una integral.

En la tercera sesión se propuso a los estudiantes a partir de una gráfica encontrar el nombre de la función, Pantoja et all (2016) incide en colocar a los estudiantes en situaciones problema fuera de su cotidianidad, donde se pretende recurran a sus conocimientos previos, esto es, como se ve en la siguiente tabla, donde se comparte a los estudiantes dos situaciones problema para encontrar una solución.

En la figura 3a se muestra un ejercicio donde el objetivo es utilizar los conocimientos previos para darle un nombre a la función y en la figura 3b se muestra una onda generada por un generador de ondas en un osciloscopio, que por medio de las escalas propias del osciloscopio es aproximar el nombre de la función.



a) Encontrar el nombre de la funcion



b) Situacion problema, encontrar el nombre de la funcion.

Figura 3, encontrar la función característica de las situaciones propuestas

Este tipo de situaciones, donde se utilizó el osciloscopio, al estudiante se le hace una situación anormal, difícil, ya que como sus propias palabras lo dicen, es electrónica no calculo, al hacer referencia a integral o diferencial. El objetivo principal es eso, que observen que las dos asignaturas van estrechamente relacionadas.

Parte de lo que indica el programa de estudio de la materia de cálculo integral es que se deben relacionar las matemáticas con la cotidianidad.

En la sesión cuatro, los estudiantes utilizaron el laboratorio de electrónica para armar el circuito integrador, el uso del osciloscopio y el generador de señales, para contrastar el circuito con la función integrada.

Este tipo de metodologías como la parte formativa del estudiante, hace que se sienta atraído por como sale de su aula las matemáticas, como sale de su aula la integral en diferentes enfoques y que no solo se quede con su idea de que las matemáticas no le ayudaran en su vida.

Referencias bibliográficas

Duval, R. (2004). Los problemas fundamentales en el aprendizaje de las matemáticas y las formas superiores en el desarrollo cognitivo. Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía, Grupo de Educación Matemática. ISBN: 958-670-329-0.

Hitt, F., González-Martín, A. (2015).Covariation between variables in a modelling process: The ACODESA (collaborative learning, scientific debate and self-reflection) method. Educ Stud Math. 88:201–219. DOI 10.1007/s10649-014-9578-7. Springer Science Business Media Dordrecht: USA.

Pantoja, R. Guerrero, M. de L., Ulloa, R. Nesterova, E. (2016). Modeling in problem situations of daily life. Journal of Education and Human Development, Vol. 5, No. 1, pp. 62-76. ISSN: 2334-2978 (Electronic Version). DOI: 10.15640/jehd.v5n1a1. Published by American Research Institute. Recuperado el 23 de Mayo de 2016 de http://jehdnet.com

Ponencia IV-6 | Miércoles 14 de octubre de 2026

LAS SUMAS DE RIEMANN COMO MODELO MATEMÁTICO PARA LA LECTURA DE CÓDIGOS DE BARRA EAN-13

Rentería Palomares Víctor Hugo, González Vázquez Luis Gabriel, Cisneros Aguilar Natalia, Medina Briseño Pablo, Pantoja González Rafael

Instituto Tecnológico Ciudad Guzmán, México

victor.rp@cdguzman.tecnm.mx, luis.gv@cdguzman.tecnm.mx, natalia.ca@cdguzman.tecnm.mx, pablo.mb@cdguzman.tecnm.mx, rafael.pg@cdguzman.tecnm.mx

Nivel educativo: Superior. Categoría: Modelación y Tecnologías de la información y comunicación.

Palabras clave: sumas de Riemann, EAN-13, modelación matemática, cálculo integral, lectura láser.

Resumen:

A través de la presente investigación se aplicó el método de las sumas de Riemann, como modelo matemático para explicar el proceso de lectura y decodificación del código de barras EAN-13 utilizando tecnología láser, estableciendo un vínculo entre el cálculo integral y tecnología presente en la vida cotidiana. Se analizó la estructura del código EAN-13, identificando sus secciones: barras de guardia, central y el grupo de dígitos, a los cuales se le aplicó el método de las sumas de Riemann modelando cada barra y espacio como rectángulos con dimensiones variables, los cuales se calcularon mediante la relación: , se aplicó de forma iterativa hasta identificar cada dígito a partir de los anchos consecutivos de cada uno de sus elementos, lo cual resultó consistente con los patrones de paridad par e impar establecidos por el estándar internacional GS1 (conjunto de reglas globales de negocios diseñado para identificar, capturar y compartir información sobre productos, servicios y ubicaciones). $d_{a_n b_n} = |db_n - d_{a_n}|$

Palabras Clave: Sumas de Riemann, integral definida, código de barras EAN-13, tecnología láser, aplicación de las matemáticas.

Abstract:

In this study, the Riemann sum method was applied as a mathematical model to explain the process of reading and decoding the EAN-13 barcode using laser technology, thereby establishing a link between integral calculus and technology in everyday life. The structure of the EAN-13 code was analyzed, identifying its functional sections: the guard bars, the center bar, and the digit group. The Riemann sum method was applied to these sections by modeling each bar and each space as rectangles of variable dimensions, which were calculated using the relationship: . This process was repeated iteratively until each digit was identified based on the consecutive widths of each of its elements, which was consistent with the even and odd parity patterns established by the GS1 international standard (a set of global business standards designed to identify, capture, and share information about products, services, and locations). $d_{a_n b_n} = db_n - d_{a_n}$

Keywords: Riemann sums, definite integral, EAN-13 barcode, laser technology, application of mathematics.

INTRODUCCIÓN

El código de barras EAN-13 es el estándar global para la identificación y rastreo de productos comerciales, compuesto por una serie de barras oscuras paralelas de diferentes espesores impresas sobre fondo claro, donde cada dígito está representado siempre por cuatro barras dos claras y dos oscuras con cuatro posibles espesores distintos combinados en diferente configuración (Mecalux, s. f.). Su lectura se realiza mediante tecnología láser, cuyo funcionamiento implica un proceso de conversión de señal óptica: la cantidad de luz detectada genera una señal eléctrica unidimensional con picos correspondientes a las zonas blancas, de alta reflectancia, y valles correspondientes a las barras negras, de baja reflectancia, de modo que el código puede describirse como una función constante por partes definida sobre un intervalo acotado (Cezaro et al., 2026). Desde el punto de vista matemático, la energía luminosa reflejada en cada posición del haz láser es proporcional a la integral del producto de la intensidad del haz y la intensidad de imagen del código de barras, siendo los datos registrados muestras de la señal continua resultante (Iwen et al., 2012a). Este comportamiento tiene una correspondencia directa con el método de sumas de Riemann, el cual constituye una aproximación de una integral definida mediante una suma finita, cuya aplicación más común es la integración numérica a través de la regla del rectángulo para estimar el área bajo la curva de una función (Repaso de sumas de Riemann (artículo), s. f.). En el ámbito educativo, la enseñanza de las sumas de Riemann ha sido objeto de diversas investigaciones orientadas a su contextualización; Leal Junior y Lope Pinheiro (2016) exploraron las formas de entender la suma de Riemann en entornos de aprendizaje computarizado, destacando la importancia de vincular este concepto con aplicaciones que doten de significado al proceso de integración (Junior & Pinheiro, 2016).

A pesar de que el código de barras EAN-13 es una tecnología presente en prácticamente cualquier producto comercial del mundo, el principio matemático que subyace a su proceso de lectura y decodificación mediante tecnología láser no ha sido descrito de manera explícita a través del método de sumas de Riemann. Si bien se sabe que el escáner láser convierte la variación de reflectancia entre barras negras y espacios blancos en pulsos eléctricos que un decodificador transforma en datos, no se ha establecido formalmente de qué manera las propiedades de la integral definida específicamente la partición del intervalo de integración en subintervalos de ancho variable, permiten modelar y explicar este proceso de lectura cuando el código es colocado en cualquier posición y orientación por el usuario. Adicionalmente, se desconoce si la estructura de cuatro secciones funcionales del código EAN-13 barras de guardia izquierda y derecha, barra central y dos grupos de seis dígitos puede ser representada de manera completa y coherente mediante una sucesión de integrales definidas con rectángulos de anchura no uniforme, y si dicha representación es consistente con los patrones de paridad par e impar que el estándar GS1 establece para la codificación de cada dígito. Esta brecha entre el conocimiento matemático disponible y su aplicación explícita al funcionamiento del lector láser EAN-13 limita la posibilidad de emplear esta tecnología cotidiana como recurso didáctico para la contextualización y enseñanza del cálculo integral en el nivel universitario.

El presente trabajo tiene como objetivo demostrar que el método de sumas de Riemann constituye el modelo matemático que describe el proceso de lectura y decodificación del código de barras EAN-13 mediante tecnología láser, estableciendo de manera explícita la correspondencia entre la partición del intervalo de integración en subintervalos de ancho variable y la estructura funcional de las cuatro secciones del código de barras de guardia

izquierda y derecha, barra central y dos grupos de seis dígitos. Para ello, se determina si la combinación de anchuras calculadas mediante la expresión , aplicada de forma anidada sobre cada uno de los elementos constitutivos de los dígitos, es consistente con los patrones de paridad par e impar definidos por el estándar internacional GS1; y si con ello es posible ofrecer una explicación matemáticamente fundamentada del funcionamiento de esta tecnología cotidiana que pueda ser aprovechada como recurso didáctico para la contextualización de la enseñanza del cálculo integral en el nivel universitario.$d_{a_n b_n} = | \, db_n - da_n \, |$

MARCO TEÓRICO

El incremento de la producción en masa y el intercambio comercial entre países, en la década de 1940, propicia el nacimiento del código de barras UPC (Universal Product Code por sus siglas en inglés o Código de Producto Universal) como es conocido en la actualidad, fue diseñado por Silver y Woodland cuando eran estudiantes de Drexel Institute of Philadelfia (Código de barras se inventó con fines de seguimiento de inventario, s. f.) y por la diversificación de sus usos, se requirió de una máquina más rápida para hacer el escaneo, misma que se obtuvo con la tecnología disponible en 1960.

Fue en 1971, cuando se diseñó el primer código óptico para la industria de comestibles, mismo que fue adoptado por las compañías productoras de mercancías, naciendo así el código de barras UPC, que estuvo relacionado directamente con el desarrollo de equipos de escaneo que tuvieron la capacidad de leer cada símbolo UPC de cada artículo en el mostrador de caja del supermercado, la historia registra que el primer producto escaneado, fue un paquete de chiles Wrigley, que fue vendido en un supermercado en Troy, Ohio.

Actualmente existen 100 tipos o simbologías de códigos de barras diferentes, los cuales son desarrolladas y estandarizadas por la organización internacional sin fines de lucro GS1, responsable de identificación de productos. Generalmente, los códigos de barras se categorizan por códigos de barras lineales o 1D y códigos de barras de matriz o 2D, en la Figura 1 se ilustran dos tipos: EAN (European Article Number) y UPC (Universal Product Code).



a) b)

Figura 1. Códigos de barras: a) EAN, b) UPC.

Fuente: (Mostrar el código de barras de la EAN de un producto o una declinación, s. f.)

Los códigos de barras 1D, dependiendo de su simbología, pueden estar formados por hasta 85 caracteres alfanuméricos, mismos que están codificados en líneas paralelas (que se pueden identificar visualmente en color negro) y espacio (que se identifican en color blanco) intercalados, que tienen el ancho de cada carácter que se esté representando. Como parte de

los estándares internacionales, entre las simbologías 1D más comunes se encuentran los códigos de barra EAN y UPC.

La simbología UPC ha sido, primordialmente usada para identificar productos en la venta al detalle y en la industria alimenticia. Sin embargo, existen variantes de ella, como el código UPC-E, que es una versión reducida (consta de 8 dígitos) que se usa para identificar productos de tamaño pequeño.

Su contraparte, es el código EAN (European Article Number) creado en 1976, el cual es considerado una versión europea del UPC. Sin importar el haber sido creado en Europa, es un estándar internacional que se acepta en todo el mundo para identificar los productos comerciales mediante el uso de código de barras.



Figura 2. Componentes del código de barras EAN 13

Fuente: (Comprar graficas de codigos de barras UPC y EAN - |||i|Simplemente Codigos de Barras|i||| - Servicio profesional de creacion de graficas de codigos UPC y EAN de los expertos globales, s. f.)

El código EAN (ver Figura 2) consiste en una clave única internacional que indica el país de origen, la empresa y el producto, y su uso resulta un requisito tanto en comercio interno como internacional a excepción de los libros, medicamentos con receta, revistas y tarjetas de felicitaciones que, al venderse al interior de un país, por ejemplo, Estados Unidos o Canadá, no requieren de código EAN y pueden comercializarse con el código UPC tradicional. En la Figura 3, se muestran las componentes del código EAN 13.



Figura 3. Descripción de los componentes del código EAN 13.

Fuente: Elaboración propia con datos de(Código de barras, s. f.)

Existen diferentes versiones del código EAN, pero la más difundida y utilizada es la versión EAN-13 que consiste en un código compuesto por 13 dígitos para la identificación de productos. Su estructura es de 1-6-6, un dígito a la izquierda y dos grupos de seis, los primeros tres dígitos, identifican al país de origen del producto, los siguientes seis identifican a la empresa que lo fabrica o comercializa, los siguientes tres números se utilizan para identificar al producto y el último dígito es de seguridad para el sistema. Con esta disposición acompañada del dígito verificador, hace posible que el código pueda ser colocado en cualquier posición y sea leído.

Además, este último dígito es generado por un algoritmo que suma y multiplica posiciones pares e impares de la combinación de dígitos del código y su función es dar seguridad al sistema ya que verifica la cadena de dígitos contenidos en el código. Otra versión del código EAN utilizada para identificar artículos de tamaño pequeño es la EAN-8, que es una versión reducida del mismo código que emplea tan solo ocho dígitos.

Funcionamiento del escáner de códigos de barras láser

Están provisto de espejos (o prismas) controlados electrónicamente para proyectar un haz láser, cuentan con un sensor que mide la luz reflejada y la traduce en pulsos eléctricos, que un decodificador convierte en datos, que luego se reenvían a un procesador a través de un cable o señal inalámbrica. Debido a su uso en lugar de por su tecnología, un escáner de códigos de barras de mano también puede denominarse escáner de precios, escáner UPC, escáner RF o escáner POS (Point Of Sell).

La codificación de productos en México

Se debe iniciar por establecer que cada franja tiene un valor y significado distinto. Con ello, se establece que, la codificación de productos en México permite identificar su origen, que generalmente resulta ser un dato útil para la decisión de compra en el consumidor. Cada código de barras es único y estandarizado para productos fabricados localmente, están compuestos de esta manera:

1-3 identifican al país (750 para México).

4-7 clave asignada a la empresa productora.

8-9 ó 8-12 identificación del producto individual.

13 dígito verificador.

Una de sus aplicaciones más recientes, está orientada a identificar el país de origen, ya que es una forma de proteccionismo o identificación de la producción por lugares de origen, haciendo posible determinar su aportación al Producto Interno Bruto.

DESARROLLO

El presente trabajo adopta un enfoque de modelación matemática aplicada, en el que se analiza el proceso de lectura láser del código de barras EAN-13 y se demuestra que dicho proceso puede describirse formalmente mediante el método de sumas de Riemann. El análisis se circunscribe a lectores láser de tipo móvil o de lápiz como los empleados en pequeños comercios y cajas de supermercado en los que el código puede ser colocado en cualquier

posición y orientación por el usuario, lo que distingue a este tipo de dispositivo de los lectores basados en imagen o en matrices de datos, que operan con algoritmos de naturaleza distinta.

Cuando el haz láser recorre el código de barras, la variación de reflectancia entre las barras negras y los espacios blancos genera una señal eléctrica unidimensional. Esta señal puede interpretarse como una función definida sobre un intervalo acotado [a, b], donde el límite izquierdo corresponde a la franja blanca de zona mínima que precede al primer dígito del código en el caso de productos mexicanos, el dígito 7 y el límite derecho b corresponde a la franja blanca de zona mínima que cierra el código por la derecha (ver Figura 4).

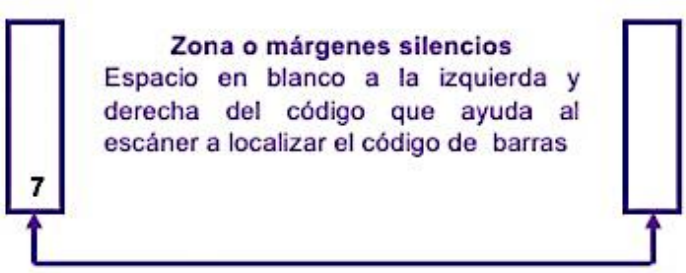


Figura 4. Límites mínimo y máximo del código de barras 1D para productos de México

Fuente: Elaboración propia con datos de (Código de barras, s. f.)

Esta delimitación es precisamente la que permite tratar la lectura del código como una integral definida , tal como se ilustra en la Figura 5.$\int_a^b f(x)dx$



Figura 5. Separadores del código de barras 1D

Fuente: Elaboración propia con datos de (Código de barras, s. f.)

La estructura funcional del código EAN-13 está compuesta por cuatro secciones diferenciadas: la barra de guardia izquierda, el grupo de seis dígitos del lado izquierdo, la barra central y el grupo de seis dígitos del lado derecho, incluido el dígito verificador. Estas cuatro secciones, junto con las barras de guardia que delimitan los extremos, son simétricas en largo y ancho, y funcionan como marcadores estructurales que el escáner debe identificar en cualquier posición de escaneo (ver Figura 6).



Figura 6. Secciones diferenciadas de identificación de producto del código de barras 1D

Fuente: Elaboración propia con datos de (Código de barras, s. f.)

Cada uno de los dígitos del código está representado, de acuerdo con el estándar internacional GS1, por una combinación de cuatro barras dos oscuras y dos claras con cuatro posibles espesores distintos, organizadas en patrones de paridad impar (lado izquierdo de la barra central) y paridad par (lado derecho), tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Patrones de conformación de barras

Carácter	Paridad impar izquierda Patrón de barras	Paridad par izquierda Patrón de barras
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
Barra de guardia izquierda		
Barra central		
Barra de guardia derecha		

Fuente:(EAN｜Conceptos básicos de códigos de barras｜Información y consejos sobre códigos de barras y códigos 2D | KEYENCE, s. f.)

Para aplicar el método de sumas de Riemann a este proceso, se parte de que la señal unidimensional captada por el láser puede ser particionada en subintervalos de ancho variable,

donde cada subintervalo corresponde a una barra o espacio del código. Dado que el código puede ser colocado en cualquier posición, el ancho físico de cada elemento varía de un escaneo a otro; sin embargo, las proporciones relativas entre los anchos se conservan, ya que están definidas por el estándar GS1. Esta propiedad es la que hace posible la decodificación: no es el valor absoluto del ancho lo que identifica un dígito, sino la combinación de anchos consecutivos dentro de cada grupo. En términos del método de sumas de Riemann por la izquierda, cada barra o espacio se modela como un rectángulo cuya base queda definida por la expresión:

Donde es la coordenada de inicio del elemento n en la señal del láser y es su coordenada de fin. Al aplicar esta expresión de forma iterativa sobre los 15 segmentos que conforman la estructura primaria del código EAN-13, se obtiene la partición de primer nivel, que permite identificar las cuatro secciones funcionales y las barras de guardia (ver Figura 7) (Purcell et al., 2007). $da_n db_n$

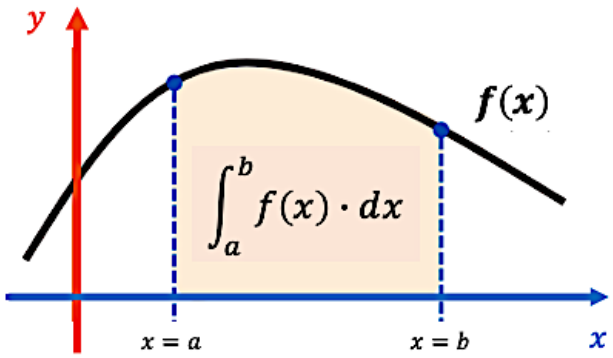


Figura 7. Integral definida.

Fuente: elaboración propia con datos de; (Purcell et al., 2007)

Los segmentos correspondientes a las barras de guardia izquierda, central y derecha presentan un ancho constante entre sí y funcionan como separadores de los campos de información; el segmento correspondiente al dígito verificador queda asimismo identificado en esta primera partición.

Una vez aislados los doce segmentos que contienen los dígitos de identificación seis a cada lado de la barra central el método se aplica de forma anidada sobre cada uno de ellos (ver Figura 8). Cada dígito queda representado por tres subintervalos, cuyas bases se calculan mediante la misma expresión, indexada ahora con una segunda dimensión:

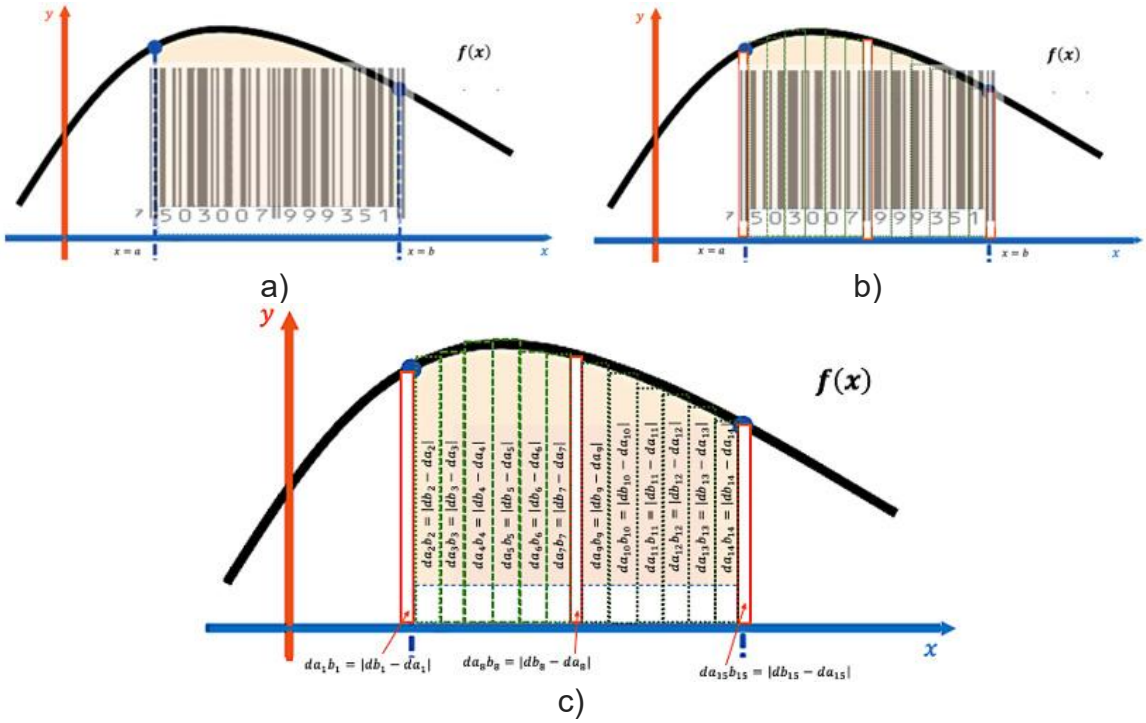


Figura 8. a) Sobreposición de la Figuras 6 y 7, b) Resaltado de las secciones a considerar, c) Bases de secciones a considerar.

Fuente: elaboración propia con datos tomados de (Código de barras, s. f.); (Purcell et al., 2007)

Cuando se escanea el código de barras, la señal reflejada permite identificar las coordenadas de inicio y fin de cada uno de los elementos, considerando las barras negras o los espacios blancos. Al aplicar el método de sumas de Riemann por la izquierda, el ancho de cada uno de los 15 segmentos que conforman la estructura primaria del código EAN-13, queda definido mediante las siguientes expresiones:$da_n db_n$

$$da_1b_1 = |db_1 - da_1| \qquad da_2b_2 = |db_2 - da_2| \qquad da_3b_3 = |db_3 - da_3|$$

$$da_4b_4 = |db_4 - da_4| \qquad da_5b_5 = |db_5 - da_5| \qquad da_6b_6 = |db_6 - da_6|$$

$$da_7b_7 = |db_7 - da_{71}| \qquad da_8b_8 = |db_8 - da_8| \qquad da_9b_9 = |db_9 - da_9|$$

$$da_{10}b_{10} = |db_{10} - da_{10}| \qquad da_{11}b_{11} = |db_{11} - da_{11}| \qquad da_{12}b_{12} = |db_{12} - da_{12}|$$

$$da_{13}b_{13} = |db_{13} - da_{13}| \qquad da_{14}b_{14} = |db_{14} - da_{14}| \qquad da_{15}b_{15} = |db_{15} - da_{15}|$$

Las relaciones subrayadas en color verde tienen la misma distancia, solo se usan como separadores de los campos de información verdadera. La que se encuentra seleccionada en color amarillo, representar el dígito verificador.

El primer dígito se obtiene, como:

la segunda posición es y la tercera (última posición dentro del rectángulo que representa un dígito) es .$da_{21}b_{21} = |db_{21} - da_{21}| da_{22}b_{22} = |db_{22} - da_{22}| da_{23}b_{23} = |db_{23} - da_{23}|$

Para el segundo dígito se determina:

la segunda posición es y la tercera (última posición dentro del rectángulo que representa un dígito) es .$da_{31}b_{31} = |db_{31} - da_{31}|da_{32}b_{32} = |db_{32} - da_{32}|da_{33}b_{33} = |db_{33} - da_{33}|$

El tercer dígito, se obtiene como:

la segunda posición es y la tercera (última posición dentro del rectángulo que representa un dígito) es .$da_{41}b_{41} = |db_{41} - da_{41}|da_{42}b_{42} = |db_{42} - da_{42}|da_{43}b_{43} = |db_{43} - da_{43}|$

Y así sucesivamente para el resto de los dígitos de cada grupo. La combinación de los tres anchos obtenidos para cada dígito se compara con los patrones de la Tabla 1, permitiendo determinar qué dígito corresponde a cada segmento según su paridad impar para el grupo izquierdo, par para el grupo derecho. El conjunto de valores así identificados constituye la cadena numérica completa del código, que es posteriormente procesada por un segundo algoritmo de traducción para producir la salida en lenguaje legible, proceso que queda fuera del alcance del presente trabajo.

Resultados

Para ilustrar la aplicación del método de sumas de Riemann al proceso de lectura del código de barras EAN-13, se presenta una secuencia de representaciones gráficas que muestran, paso a paso, cómo el algoritmo opera sobre la estructura del código. La Figura 8 muestra la superposición de la función integral definida sobre el intervalo [a, b] con el código de barras de un producto mexicano (7 503007 999351), de modo que cada barra y espacio del código queda inscrito bajo la curva f(x). Esta representación hace visible la correspondencia entre la estructura física del código y el dominio de integración, estableciendo visualmente que el límite izquierdo a coincide con la franja blanca que precede a la barra de guardia izquierda, y el límite derecho b con la franja blanca que cierra el código por la derecha.

A partir de esa superposición, la Figura 8 inciso a destaca las áreas de los rectángulos correspondientes a los segmentos de información, haciendo apreciable que cada rectángulo posee una base de ancho variable determinada por el ancho físico de la barra o espacio que representa y una altura común definida por el valor de la función en el extremo izquierdo de cada subintervalo, conforme al criterio de la suma de Riemann por la izquierda. La Figura 8 inciso b completa esta primera etapa mostrando la separación explícita de las cuatro secciones funcionales del código: barra de guardia izquierda, grupo de seis dígitos izquierdo, barra central y grupo de seis dígitos derecho, incluyendo el dígito verificador.

La primera partición del intervalo [a, b] produce 15 segmentos, cuyos anchos quedan definidos mediante la expresión , aplicada sobre las coordenadas de inicio y fin de cada elemento detectado por el láser. Los segmentos , y corresponden a la barra de guardia izquierda; los segmentos a corresponden al grupo de seis dígitos del lado izquierdo; los segmentos , y corresponden a la barra central; los segmentos a corresponden a cinco dígitos del grupo derecho; y el segmento corresponde al dígito verificador. Los tres segmentos de cada barra de guardia presentan entre sí el mismo ancho, lo que permite al algoritmo orientarse en la estructura del código con independencia de la posición de escaneo. El segmento , por su parte, queda identificado en esta etapa, pero no interviene en la decodificación de contenido, ya que su función es exclusivamente de verificación de integridad.$d_{a_n b_n} = | db_n - da_n |$ $da_n db_n d_{a_1 b_1} d_{a_2 b_2} d_{a_3 b_3} d_{a_4 b_4} d_{a_9 b_9} d_{a_{10} b_{10}} d_{a_{11} b_{11}} d_{a_{12} b_{12}} d_{a_{13} b_{13}} d_{a_{14} b_{14}} d_{a_{15} b_{15}} d_{a_{15} b_{15}}$

En la segunda etapa, el método se aplica de forma anidada sobre cada uno de los doce segmentos de dígitos, subdividiendo a su vez cada uno en tres subintervalos, tal como ilustra la Figura 8 inciso c. Los anchos de estos subintervalos se calculan con la misma expresión, indexada ahora con una segunda dimensión. Para los tres primeros dígitos del grupo izquierdo se obtiene:

Primer dígito: , , $d_{a_{21}b_{21}} = | db_{21} - da_{21} |$ $d_{a_{22}b_{22}} = | db_{22} - da_{22} |$ $d_{a_{23}b_{23}} = | db_{23} - da_{23} |$

Segundo dígito: , , $d_{a_{31}b_{31}} = | db_{31} - da_{31} |$ $d_{a_{32}b_{32}} = | db_{32} - da_{32} |$ $d_{a_{33}b_{33}} = | db_{33} - da_{33} |$

Tercer dígito: , , $d_{a_{41}b_{41}} = | db_{41} - da_{41} |$ $d_{a_{42}b_{42}} = | db_{42} - da_{42} |$ $d_{a_{43}b_{43}} = | db_{43} - da_{43} |$

Siguiendo este mismo patrón para los dígitos restantes de ambos grupos, se obtiene una sucesión completa de tripletas de anchos. Cada tripleta es comparada con los patrones de paridad definidos en la Tabla 1: paridad impar para los seis dígitos del grupo izquierdo y paridad par para los del grupo derecho. La correspondencia entre la tripleta calculada y el patrón de la tabla determina unívocamente el valor numérico de cada dígito. El conjunto de los doce dígitos así identificados, junto con el dígito verificador obtenido en la primera partición, conforma la cadena numérica completa del código EAN-13 que, en el ejemplo empleado a lo largo de este trabajo, corresponde a 7 503007 999351.

DISCUSIÓN

La presente investigación tiene como eje central demostrar que un modelo matemático formal, como lo es el método de sumas de Riemann, puede ser empleado para explicar y sustentar el proceso de decodificación de códigos de barras EAN-13 mediante tecnología láser. Para valorar la pertinencia y aportación de este enfoque, se contrasta con tres métodos:

Contraste con el modelo de señal continua gaussiana

Uno de los trabajos más relevantes en el modelado matemático formal de la lectura láser de códigos de barras es el de Iwen, Santosa y Ward (2012), quienes formulan el problema de decodificación como un problema inverso de deconvolución. En su modelo, la señal registrada por el escáner se expresa mediante una integral de convolución donde la intensidad del haz láser se representa como una función gaussiana y la imagen binaria del código de barras constituye la función a recuperar. Este enfoque plantea que la decodificación puede verse como la deconvolución de una imagen binaria unidimensional con parámetros desconocidos en el núcleo de desenfoque, lo que representa un problema matemático de considerable complejidad, especialmente cuando la señal presenta alta corrupción o las condiciones de escaneo no son ideales (Iwen et al., 2012b).

En contraste, el método de sumas de Riemann propuesto en esta investigación no requiere modelar la forma del haz ni resolver un problema inverso. Al operar directamente sobre las diferencias absolutas de posición ($da_n b_n = |db_n - da_n|$), el algoritmo resulta computacionalmente más accesible y puede ser implementado en dispositivos de bajo costo como lectores de lápiz o escáneres móviles básicos, que son precisamente el contexto de aplicación contemplado en este trabajo.

Contraste con métodos basados en procesamiento de imagen

Los sistemas de lectura de códigos de barras basados en procesamiento de imagen han ganado importancia creciente al ofrecer mayor información que los lectores láser en un solo momento, empleando técnicas de preprocesamiento, segmentación, detección de bordes y optimización (Iwen et al., 2012b). Dentro de esta línea, Lin y Fuh (2013) desarrollaron un procedimiento de decodificación para códigos QR (bidimensionales) que incorpora binarización de imagen, extracción del código, transformación de perspectiva y corrección de errores. Sus resultados experimentales demostraron que este método supera en precisión a la biblioteca de referencia ZXing de Google, logrando una tasa de reconocimiento cercana al 90% incluso en imágenes de baja resolución (Lin & Fuh, 2013).

Sin embargo, esta mayor capacidad conlleva un costo computacional significativamente más elevado y requiere hardware con capacidad de captura de imagen, lo que los hace inadecuados para el tipo de dispositivo contemplado en esta investigación. El método de Riemann, al trabajar exclusivamente con la señal unidimensional del láser, mantiene una ventaja clara en simplicidad de implementación, sin sacrificar el rigor matemático del proceso de decodificación.

Contraste con el método de análisis de razón de anchos

Otro enfoque ampliamente implementado en la industria consiste en medir los anchos de barras y espacios mediante un convertidor analógico-digital y aplicar un análisis de razones proporcionales entre dichos anchos para identificar cada carácter. En este esquema, el módulo de procesamiento de señal convierte la salida analógica del dispositivo colector a formato digital, mide los anchos de barras y espacios, y utiliza esos valores como entrada para el método de decodificación programado en el procesador (US Patent 5,767,497, 1998).

Si bien este método es rápido y ampliamente probado en entornos industriales, depende de la calibración precisa del umbral de binarización y puede generar errores ante variaciones de iluminación o calidad de impresión. El método de sumas de Riemann, al basarse en diferencias absolutas de posición en lugar de razones relativas entre módulos, ofrece un marco matemático más formal y extensible, que puede ser adaptado con mayor rigor analítico a otros tipos de códigos o condiciones de escaneo.

CONCLUSIONES

La presente investigación refleja una de las aplicaciones que ocurren cotidianamente en el mundo real: sin importar el campo de origen, la gran mayoría de los fenómenos tecnológicos está sustentada en el uso de la matemática en alguna de sus ramas. En ese sentido, esta experiencia resultó enriquecedora desde el quehacer docente, pues permitió identificar un contexto concreto, accesible y visualmente reconocible el código de barras EAN-13 como vehículo para acercar a los estudiantes universitarios al concepto de integral definida y al método de sumas de Riemann, trascendiendo la presentación abstracta que con frecuencia caracteriza la enseñanza del cálculo integral. El hecho de que el estudiante pueda vincular un objeto cotidiano con un modelo matemático formal constituye una estrategia didáctica que favorece la comprensión conceptual y motiva la exploración autónoma del conocimiento matemático.

Desde la perspectiva matemática, la aplicación del método de sumas de Riemann al proceso de lectura y decodificación del código de barras EAN-13 demostró ser un modelo funcional y

coherente para describir la segmentación de las señales ópticas captadas por el escáner láser, en tanto que la identificación de los límites de integración y la subdivisión en rectángulos de ancho variable guardan correspondencia directa con la estructura física del código. No obstante, es importante precisar que el alcance de este modelo se circunscribe a la lectura de códigos de barras lineales 1D bajo tecnología láser, y no es directamente extensible a lectores basados en imagen ni a simbologías 2D, que requieren algoritmos de naturaleza distinta. Esta delimitación abre la puerta a trabajos futuros que permitan contrastar el modelo con otros enfoques matemáticos o ampliar su aplicación a otras simbologías, contribuyendo así al fortalecimiento de la modelación matemática como competencia central en la formación universitaria.

REFERENCIAS

Cezaro, A. D., Hafemann, E., & Leitão, A. (2026). A piecewise constant levelset approach for semi-blind deconvolution: Application to barcode decoding (arXiv:2606.01156; Versión 1). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2606.01156

Código de barras. (s. f.). Recuperado 28 de junio de 2026, de https://blog.gs1mexico.org/codigo-de-barras

Código de barras se inventó con fines de seguimiento de inventario. (s. f.). Recuperado 28 de junio de 2026, de https://trgsolutions.lat/historia-del-codigo-de-barras/

Comprar graficas de codigos de barras UPC y EAN - |||i|Simplemente Codigos de Barras|i|||—Servicio profesional de creacion de graficas de codigos UPC y EAN de los expertos globales. (s. f.). Recuperado 28 de junio de 2026, de https://www.codigoupc.com/codigo-de-barras-imagen-codigos-propios.html

EAN｜Conceptos básicos de códigos de barras｜Información y consejos sobre códigos de barras y códigos 2D | KEYENCE. (s. f.). Recuperado 28 de junio de 2026, de https://www.keyence.com.mx/ss/products/auto_id/barcode_lecture/basic/jan/

Iwen, M., Santosa, F., & Ward, R. (2012a). A symbol-based algorithm for decoding bar codes (arXiv:1210.7009). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.1210.7009

Iwen, M., Santosa, F., & Ward, R. (2012b). A symbol-based algorithm for decoding bar codes (arXiv:1210.7009). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.1210.7009

Junior, L. C. L., & Pinheiro, J. M. L. (2016). Modos de compreender a Soma de Riemann e suas aplicações ao estar em um ambiente informatizado de aprendizagem. UNIÓN - REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 12(47). https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/540

Lin, J.-A., & Fuh, C.-S. (2013). 2D Barcode Image Decoding. Mathematical Problems in Engineering, 2013(1), 848276. https://doi.org/10.1155/2013/848276

Mecalux. (s. f.). EAN 13, la simbología internacional de identificación de productos. Recuperado 29 de junio de 2026, de https://www.mecalux.com.mx/blog/ean-13

Mostrar el código de barras de la EAN de un producto o una declinación. (s. f.). coeos.pro. Recuperado 28 de junio de 2026, de https://www.coeos.pro/es/modules-prestashop/106-ean-barra-de-codigo-de-8-13-15-18.html

Purcell, E. J., Varberg, D., & Rigdon, S. E. (2007). Calculo Diferencial E Integral. Pearson Educación.

Repaso de sumas de Riemann (artículo). (s. f.). Khan Academy. Recuperado 28 de junio de 2026, de https://es.khanacademy.org/math/ap-calculus-ab/ab-integration-new/ab-6-2/a/riemann-sums-review

US Patent 5,767,497 (1998). Method and apparatus for decoding bar code symbols using ratio analysis of module size. Disponible en: https://image-ppubs.uspto.gov/dirsearch-public/print/downloadPdf/5767497

Ponencia IV-7 | Miércoles 14 de octubre de 2026

AJUSTE DINÁMICO DE PARÁMETROS EN LA MODELACIÓN MATEMÁTICA

Sandoval Sarao Francisco; Seba Bautista Elena Lizul

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 79; México

francisco.sandoval.cb79@dgeti.sems.gob.mx; elenalizul.seba.cb79@dgeti.sems.gob.mx

Educación Media Superior, Experiencia Docente. Modelación

Palabras clave: Modelación matemática, Pensamiento variacional, Ajuste dinámico de parámetros, Funciones no lineales

En el contexto del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), se redefine la enseñanza de las matemáticas, desplazando el enfoque tradicional centrado en la memorización hacia el fortalecimiento del Pensamiento Matemático como un recurso clave (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2023; SEP 2025; Vargas-Alejo & Montero-Moguel, 2023). Dentro de lo establecido por el MCCEMS, la modelación matemática se concibe como una categoría (SEP. 2023) y posteriormente se consolida (SEP, 2025) como el medio que permite a los estudiantes interpretar, representar y transformar situaciones de su contexto, su comunidad, mediante el uso de lenguajes y herramientas simbólicas. Sin embargo, al interior de las aulas persiste un reto didáctico: la capacidad de los alumnos a establecer la relación gráfica-tabla-función (Campo-Meneses et al., 2023).

El desarrollo del pensamiento variacional requiere que el estudiantado explore el comportamiento de funciones no solo de forma analítica, sino también de manera cualitativa y representacional (Campo-Meneses et al., 2023). Cuando los estudiantes se enfrentan datos reales la transición cognitiva de tabla a función supone un gran esfuerzo que suele verse obstaculizada por la carga operativa que implica establecer la expresión que representa los datos. Esta barrera procedimental distrae la atención del análisis, impidiendo la construcción de un aprendizaje profundo sobre la conducta de un fenómeno: si variación, su concavidad, etcétera (Vargas-Alejo & Montero-Moguel, 2023). Adicionalmente los estudiantes se enfrentar al proceso de elección entre funciones lineales, cuadráticas o exponenciales para realizar la representación de los datos en forma gráfica.

Con la finalidad de superar dichas limitaciones, se diseñó e implementó un software interactivo de desarrollo propio en el nivel bachillerato. La herramienta permite la manipulación directa de coeficientes y exponentes mediante deslizadores, o entrada directa, en tiempo real, facilitando el ajuste dinámico de curvas sobre datos tabulares. Asimismo, amplía el espectro del modelado al ejecutar operaciones combinadas e interactivas de hasta cuatro funciones simultaneas: suma, resta, multiplicación, división y composición (,, , y) (Campo-Meneses et al., 2023).$+ - \times \div \circ$

El presente trabajo analiza la experiencia docente articulada a partir de esta herramienta en estudiantes de cuarto y sexto semestre de bachillerato. El objetivo principal es evaluar cómo el ajuste dinámico de parámetros en un entorno digital fomenta el pensamiento matemático y la toma de decisiones informada, tomando como eje de aplicación la modelación de un fenómeno de salud pública regional (brotes de sarampión en el estado de Veracruz sin intervención de los organismos de salud del estado). De esta manera, se demuestra como la integración de tecnología educativa orientada al descubrimiento favorece el desarrollo del pensamiento matemático que exige el MCCEMS actual.

La intervención pedagógica se fundamentó en el enfoque de aprendizaje basado en problemas y se estructuró en cuatro fases operativas integradas con el uso de la herramienta digital de desarrollo propio:

Fase de Inducción y Exploración Tecnológica: Presentación de la interfaz de la herramienta. Los estudiantes manipularon la herramienta con datos conocidos para familiarizarse con la herramienta.

Fase de Problematización Contextualizada: Se presentó la actividad basada en un escenario de salud pública: propagación acumulada de un brote de sarampión registrado durante 8 semanas en el estado de Veracruz (Vargas-Alejo & Montero-Moguel, 2023).

Fase de Ajuste de parámetros: El alumnado intentó ajustar los datos mediante una función lineal () y posteriormente una cuadrática (. Esto les permitió constatar visual y cuantitativamente que no era posible abarcar los datos con estas representaciones. Se introdujo la función exponencial (). Mediante los deslizadores, los estudiantes variaron los valores del coeficiente y la potencia hasta alinear la curva continua con los datos reales (Vargas-Alejo & Montero-Moguel, 2023; Campo-Meneses et al., 2023).$f(x) = ax + bf(x) = ax^2 + bx + c)f(x) = Ae^{bx}Ab$

Fase de Validación y Toma de Decisiones: Los estudiantes seleccionaron valores de control (semanas 3, 5 y 7) para sustituir en la expresión obtenida, calcular el error absoluto (). Obtuvieron el valor a la semana 12 y analizaron la variación gráfica.Error = |Valor Real − Valor Modelado|

El análisis de las producciones escritas de los estudiantes reveló avances significativos en el desarrollo del pensamiento variacional y la comprensión del modelo.

En la fase inicial, la inmediatez gráfica del programa permitió a los estudiantes observar que el modelo lineal no es capaz de representar el crecimiento acelerado de los datos de contagio.

La manipulación interactiva con deslizadores permitió a los estudiantes conceptualizar de forma cualitativa el significado de los parámetros (coeficientes y exponentes) de una función. La reducción de la carga del cálculo manual del modelo posibilitó centrar la atención en la variación de la curva y su ajuste fino (Vargas-Alejo & Montero-Moguel, 2023).

La capacidad del software para combinar y componer hasta cuatro funciones demostró ser intuitiva para los alumnos.

La incorporación del software interactivo de ajuste dinámico de parámetros demostró coadyuvar a la consecución de las metas de aprendizaje del Pensamiento Matemático dentro del

MCCEMS. La posibilidad de modificar coeficientes y exponentes mediante deslizadores en tiempo real transformó el proceso algebraico en una experiencia visual, accesible y analítica.

La contextualización de la matemática en problemáticas locales, sanitaria en este caso, dotó de significado a la modelación no lineal, promoviendo el pensamiento crítico y la toma de decisiones informada (Vargas-Alejo & Montero-Moguel, 2023). Tras analizar los resultados obtenidos se contempla extender el uso de la herramienta hacia la modelación de fenómenos físicos y económicos mediante la composición de funciones trigonométricas y polinomiales.

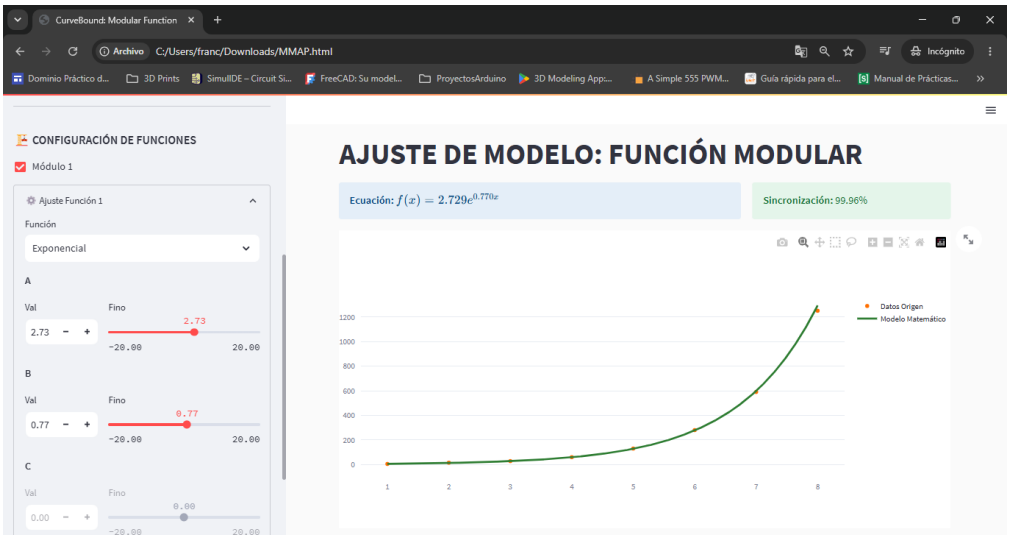


Figura 1. Captura de pantalla del programa de modelado por ajuste de parámetros

Referencias

Campo-Meneses, K. G., García-García, J., & Font Moll, V. (2023). Mathematical connections associated with the exponential and logarithmic functions promoted in the mathematics curriculum. International Journal of Instruction, 16(4), 17-36.

Secretaría de Educación Pública. (2023). Progresiones de aprendizaje del recurso sociocognitivo: Pensamiento matemático. Subsecretaría de Educación Media Superior; Coordinación Sectorial de Fortalecimiento Académico.

Secretaría de Educación Pública. (2025). Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. Modelo Educativo 2025: Programas de estudio. Pensamiento Matemático (1.ª ed.). Subsecretaría de Educación Media Superior; Coordinación Sectorial de Fortalecimiento Académico.

Vargas-Alejo, V., & Montero-Moguel, L. E. (2023). Recomendaciones para promover la modelación en el aula: cerrando la brecha entre investigación y práctica. En A. Castañeda, (Ed.), Aportes y recursos para la innovación en la educación matemática (pp. 69–96). SOMIDEM Editorial. https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S1/2023/01-03

Ponencia IV-8 | Miércoles 14 de octubre de 2026

ROBÓTICA Y MODELACIÓN MATEMÁTICA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SITUACIONES PARA EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

Quiroz Rivera Samantha, Rodríguez Ibarra María Antonieta

Universidad Autónoma de Coahuila, México; Universidad de Sonora, México;

samantha.quiroz@uadec.edu.mx, mariaantonieta.rodriguez@unison.mx

Nivel educativo: Educación básica, Categoría: Modelación matemática

Palabras clave: Modelación matemática, Educación básica, Robótica Educativa, STEM

La modelación matemática es el proceso que permite establecer relaciones entre las matemáticas y situaciones provenientes de la realidad. En este proceso, los estudiantes transitan entre una situación del mundo real y su representación matemática, construyendo y utilizando modelos para comprenderla, explicar su comportamiento o anticipar resultados (Blum & Leiß, 2007; Kaiser, 2020). Desde esta perspectiva, las matemáticas no se reducen a la aplicación de procedimientos previamente aprendidos, sino que adquieren un carácter funcional para resolver problemas y tomar decisiones.

La elección de los contextos constituye un elemento relevante en el diseño de este tipo de situaciones. Los problemas relacionados con experiencias de los estudiantes, favorecen la comprensión inicial, la identificación de variables y relaciones, así como la construcción de diferentes estrategias de solución. Sin embargo, la incorporación de un contexto no convierte automáticamente una actividad en una situación de modelación; es necesario que este tenga un papel determinante en la resolución para la toma de decisiones (Stillman et al., 2017).

Diversas investigaciones han mostrado que la tecnología puede apoyar al planteamiento de problemas de modelación, e incluso puede ser parte importante del contexto elegido. En la presente investigación consideramos a la robótica educativa como un tipo de tecnología que ofrece posibilidades para articular la actividad matemática con la construcción, programación y experimentación. Los robots permiten que algunas relaciones matemáticas puedan materializarse mediante movimientos, recorridos, giros y tiempos, de manera que las anticipaciones realizadas por los estudiantes puedan contrastarse con el comportamiento del dispositivo. Esta característica resulta especialmente pertinente desde una perspectiva STEM, en la que se busca integrar diferentes disciplinas alrededor de problemas significativos, procurando que las matemáticas conserven un papel sustantivo dentro de la actividad (Kelley & Knowles, 2016).

Bajo estas consideraciones se diseñó e implementó el curso Matemáticas y Robótica, donde participaron trece estudiantes de educación básica en diez sesiones de dos horas, utilizando robots LEGO como recurso para la resolución y experimentación de las situaciones propuestas. El propósito fue promover el desarrollo de conceptos relacionados con aritmética, geometría y

variación mediante problemas que implicaran el armado y programación de robots, así como promover la reflexión sobre el uso de las matemáticas en contextos cercanos a los estudiantes.

El curso se organizó alrededor de siete situaciones de modelación diseñadas a partir de contextos cercanos a la experiencia de los estudiantes, como recorridos, rutas, entregas y juegos mecánicos. En ellas, la robótica funcionó como un medio para representar y explorar las situaciones planteadas, ya que los estudiantes debían interpretar el problema, identificar las variables involucradas, establecer relaciones entre cantidades y proponer estrategias antes de programar los dispositivos. Posteriormente, el comportamiento de los robots permitió contrastar las anticipaciones y modelos construidos, realizar ajustes y validar los resultados obtenidos. De esta manera, las actividades buscaron favorecer el tránsito entre el contexto y el desarrollo de modelos matemáticos, así como procesos de generalización vinculados con nociones de distancia, variación, ángulos, relaciones entre variables y pensamiento aritmético-algebraico. En este sentido, la programación no constituyó el objetivo central de las situaciones, sino un recurso para apoyar procesos propios de la modelación matemática.

En conjunto, las situaciones muestran una forma de incorporar la robótica educativa en la que el robot no constituye únicamente un recurso para aprender programación, sino un medio para plantear y explorar relaciones matemáticas. Los desplazamientos, giros, tiempos y recorridos permiten generar problemas en los que los estudiantes pueden anticipar resultados, construir estrategias, identificar variables y regularidades y contrastar sus modelos con el comportamiento de un dispositivo físico.

El análisis de la experiencia sugiere que la articulación entre modelación matemática y robótica puede generar contextos para el aprendizaje de las matemáticas en educación básica, particularmente cuando las actividades mantienen un equilibrio entre el contexto, la experimentación tecnológica y el conocimiento matemático. De esta manera, construir y programar un robot puede convertirse en un medio para interpretar, representar, anticipar, generalizar y validar relaciones matemáticas, favoreciendo una participación activa de los estudiantes frente a situaciones cercanas a su realidad.

Referencias

Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), Mathematical modelling: Education, engineering and economics (pp. 222–231). Horwood Publishing.

Kaiser, G. (2020). Mathematical modelling and applications in education. In S. Lerman (Ed.), Encyclopedia of mathematics education (pp. 553–561). Springer.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. International Journal of STEM Education, 3, 11.

Stillman, G. A., Blum, W., & Biembengut, M. S. (Eds.). (2017). Mathematical modelling and applications: Crossing and researching boundaries in mathematics education. Springer.

Ponencia IV-9 | Miércoles 14 de octubre de 2026

ANÁLISIS DE LA TRAYECTORIA DE UN OBJETO EN MOVIMIENTO MEDIANTE HERRAMIENTAS DIGITALES

de la Rosa Dávila Efraín, Colima Rodríguez Salvador, Pérez Castro Elia Guadalupe.

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 121, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

E-Mail: efrain.delarosa.cb121@dgeti.sems.gob.mx, salvador.colima.cb121@dgeti.sems.gob.mx, eliaguadalupe.perez.cb121@dgeti.sems.gob.mx

Nivel educativo: Medio superior, GeoGebra: Experiencias y Applets.

Palabras clave: Movimiento parabólico, modelación matemática, GeoGebra, Tracker, ajuste cuadrático.

Resumen

En el marco del curso Temas Selectos de Matemáticas II, correspondiente al quinto semestre del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS), se desarrolló un proyecto orientado al análisis del movimiento parabólico de un objeto en lanzamiento. La experiencia se llevó a cabo en el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 121 y consistió en el estudio de la trayectoria de un objeto mediante el uso de herramientas digitales como Tracker y GeoGebra, así como métodos analíticos propios de la geometría analítica.

El objetivo principal fue modelar matemáticamente la trayectoria de un objeto y verificar la consistencia del modelo mediante dos enfoques: un ajuste automático realizado en GeoGebra y un ajuste manual mediante la resolución de un sistema de ecuaciones por el método de Gauss-Jordan. Los resultados evidencian que la trayectoria observada se ajusta a una función cuadrática, lo que confirma la capacidad de las matemáticas para describir con precisión fenómenos físicos del entorno.

Se capacitó a los estudiantes en el uso del software Tracker para analizar la trayectoria de un objeto en movimiento. Posteriormente, se importó un video grabado por ellos mismos, donde se observa el lanzamiento de un objeto. Durante el proceso se definió el intervalo de tiempo del movimiento y se estableció el sistema de referencia cartesiano, como se muestra en las Figuras 1 y 2.



Figura 1 y 2 Ajuste de la cantidad de frames del video a analizar y ubicación del origen (referencia).

Posteriormente, se define rastreo automático del objeto, obteniendo una tabla con las coordenadas de la posición del objeto en función del tiempo como se observa en la Figura 3, estos datos fueron importados en GeoGebra, donde se organizaron y representaron como una lista de puntos en el plano cartesiano Figura 4.

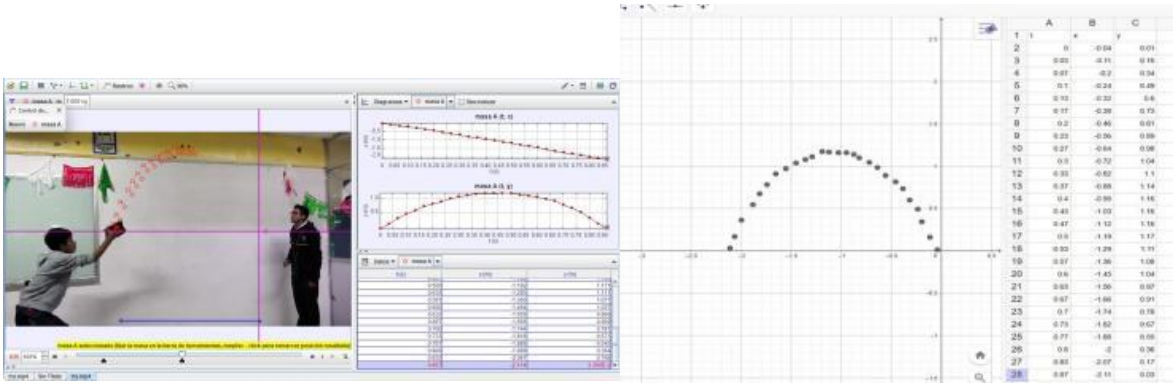
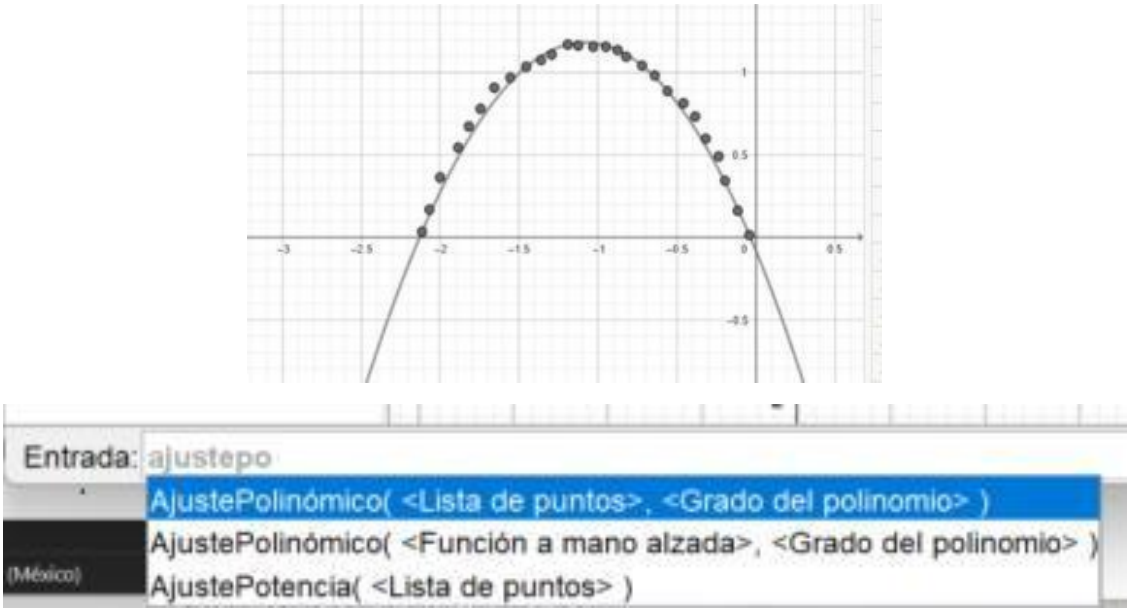


Figura 3 y 4 Rastreo de la trayectoria del objeto y creación de la lista de puntos a partir de los datos importados.

A partir de la forma de la trayectoria, se identificó que el movimiento correspondía a una parábola, por lo que se utilizó el modelo general de segundo grado . En GeoGebra se realizó un ajuste cuadrático de manera automática con la fusión “Ajuste Polinómico” a partir de la lista de puntos recién creada y definiendo el grado del polinomio es este caso grado 2, ver Figuras 5 y 6. De manera complementaria, se efectuó un ajuste manual resolviendo un sistema de ecuaciones mediante el método de reducción Gauss-Jordan, utilizando tres puntos característicos del movimiento con el fin de verificar la consistencia del modelo obtenido.$y = ax^2 + bx + c$



Figuras 5 y 6 Selección del tipo de ajuste en GeoGebra, ajuste cuadrático y curva resultante.

Para realizar el ajuste manual de la curva, se seleccionaron tres puntos de los datos importados en GeoGebra, obteniendo un sistema de ecuaciones. Este se resolvió mediante el método de reducción Gauss-Jordan, ya que permite trabajar con sistemas de ecuaciones con incógnitas y obtener ajustes polinómicos de orden mayor. La matriz aumentada es la siguiente:nn

Después de aplicar el método se obtiene la matriz identidad en la cual se precian los coeficientes de la función cuadrática (en la versión extendida se muestra el desarrollo):

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & -\frac{5170}{4761} \\ 0 & 1 & 0 & -\frac{7441}{3174} \\ 0 & 0 & 1 & -\frac{195{,}289}{2{,}380{,}500} \end{array}\right)$$

Ambos métodos, tanto el ajuste cuadrático por GeoGebra como el manual por medio de reducción Gauss-Jordan llevan al mismo resultado que es la función:

Conclusiones

El análisis de la trayectoria de un objeto en movimiento permitió comprobar que el movimiento parabólico puede ser modelado eficazmente mediante una función cuadrática. La coincidencia entre los resultados obtenidos con GeoGebra y el ajuste manual evidencia la solidez del modelo matemático propuesto.

El uso de herramientas digitales como Tracker y GeoGebra facilitó la visualización, el análisis y la validación de los resultados, además de fortalecer la comprensión conceptual de los estudiantes. Este tipo de actividades promueve un aprendizaje activo, integrando matemáticas, tecnología y fenómenos del mundo real.

Finalmente, el proyecto demuestra que la modelación matemática es una estrategia didáctica eficaz para desarrollar el pensamiento crítico, la interpretación de datos y la conexión entre teoría y práctica, en concordancia con los propósitos del MCCEMS.

Referencias:

Secretaría de Educación Pública. (2023). Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. SEP.

Secretaría de Educación Pública. (2025). Actualización del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. SEP.

Duval, R. (1988). Graphiques et équations: L'articulation de deux registres. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, 1, 235–253.

Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, 5, 37–65.

Piaget, J. (1970). Psychologie et pédagogie. Denoël.

Díaz-Barriga, Á. (2006). La evaluación de los estudiantes: Problemas y desafíos. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación (IISUE-UNAM).

Díaz-Barriga, Á. (2013). La evaluación formativa en la educación. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación (IISUE-UNAM).

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

JUEVES 15 DE OCTUBRE DE 2026

Memorias del Seminario

I. Experiencias Docentes

Ponencias simultáneas

Ponencia I-10 | Jueves 15 de octubre de 2026

DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PARA LOS DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA EN JALISCO

Orozco Vaca Luz Graciela

Secretaría de Educación Jalisco

luzgracielaorozco@gmail.com

Nivel Educativo: Secundaria

Palabras clave: Plataforma, docentes, capacitación, comunicación y práctica.

RESUMEN

La Secretaría de Educación Jalisco ha diseñado una Plataforma para los docentes de educación básica, donde se les brindará información necesaria de actualizaciones, capacitación para el uso de la tecnología, proyectos educativos y metodología, además de la oportunidad de trabajar en conjunto con otros profesores para formar una comunidad de aprendizaje enfocada a la innovación para la educación de sus estudiantes.

Introducción y contexto

La Secretaría de Educación Jalisco (SEJ en lo que sigue) planea cumplir la Ley de Planeación Participativa del estado y sus municipios, a través del diseño del proyecto de “Educación al Estilo Jalisco 2024 – 2030”, para realizarse durante este sexenio con el fin de: “garantizar que todas las niñas, niños y adolescentes asistan a la escuela, concluyan sus estudios y reciban una formación integral que transforme su futuro, así como el de nuestro estado por medio de un sistema educativo innovador”(SEJ, 2025).

En este proyecto se propone una educación integral en congruencia con los principios de la Nueva Escuela Mexicana y para ello sobresalen dos objetivos que comprenden tanto la participación de los docentes así como la comunidad escolar: 1) Desarrollar el pensamiento crítico y colaborativo mediante metodologías activas, tecnología y formación del carácter y 2) Consolidar redes de colaboración entre gobierno, comunidad educativa y sociedad para fortalecer la transformación educativa (SEJ, 2025). Con el fin de apoyar y orientar, a todos los docentes en ésta labor la SEJ decide la creación de una Plataforma que les guíe y favorezca a modo de medio de comunicación para trabajar como comunidad con este enfoque.

Por lo tanto, la plataforma será un espacio donde los docentes puedan aprovechar el acceso a una información y formación que les ayude a ampliar sus conocimientos unificado con horarios flexibles, para que cada docente pueda integrarse. Con ello se retoman los avances del programa de “Recrea 2018- 2024” y se “plantea su transformación hacia un sistema innovador con el fin de fortalecer la calidad, la equidad y la pertinencia educativa” (SEJ, 2025). Cabe resaltar que “innovar” implica rehacer el sentido de la educación con los retos presentes como el uso de la tecnología, la inteligencia artificial (IA) y la pedagogía, buscando nuevas formas de convivencia centrada en el respeto y la integridad de los estudiantes.

Planteamiento de la realidad

La SEJ, programó desde el plan “Recrea 2018 – 2024” la creación de una cuenta institucional para cada docente con el dominio @jaliscoedu.mx a partir de la cual todos tendrían acceso directo al servidor Google para utilizar los sistemas de gestión del aprendizaje como: Google Classroom, Meet, Calendario, Drive, Formularios y más adelante se agregaron Gemini, Canva, Notebook.

La disponibilidad de estos sistemas a partir de contar con su cuenta de correo institucional, así como las capacitaciones en línea que fueron brindadas por la SEJ desde el 2024, han apoyado a los docentes para ir aprendiendo como enfrentar todas las innovaciones en tecnología así como el uso de la IA, a través de videos explicativos en su canal de YouTube (Orozco en prensa).

Ahora en el mes de junio de 2026, surge la presentación de una plataforma digital de la SEJ, enfocada a la formación de profesores, donde se combinan varios elementos que ayuden a los docentes en su aprendizaje, así como a compartir experiencias entre ellos y los lleve a corformar una comunidad educativa. Está plataforma recibe el nombre de “Jalisco Academy, Plataforma de Formación Docente” y se ha emprendido su experimentación piloto del mes de junio al mes de agosto para abordarse formalmente en el siguiente ciclo escolar 2026 - 2027.

¿Por qué una plataforma digital?

Además de los cursos y capacitaciones en el canal de YouTube, la SEJ con el fin de apoyar a los docentes a enfrentar todas las innovaciones en los planes educativos como en la tecnología y el uso de la IA ha estado trabajando un evento anual “Recrea Academy”. El cual es un congreso donde los docentes comparten sus experiencias, así como reciben información y pláticas de otros investigadores educativos que son invitados, con el fin de intercambiar y analizar diferentes situaciones que se enfrentan en el aula de clase.

Éstas reuniones comenzaron desde el sexenio pasado (2021) con un enfoque al diálogo entre todos los participantes en la educación. A partir de la última reunión, la cual se llevó a cabo en diciembre de 2025, se decidió trabajar con la creación de una plataforma digital para la educación en el estado de Jalisco, cuya finalidad es responder a las necesidades de los docentes y brindar apoyo para las diferentes situaciones que enfrentan en sus comunidades al desarrollar el plan de estudios del Nuevo Modelo Educativo y lograr un avance positivo en el proyecto “Al Estilo Jalisco 2024 – 2030”.

La SEJ, a través de esta plataforma “Jalisco Academy”, intenta establecer el diálogo entre los docentes para que se logre progresar en la innovación educativa con el fin de favorecer el aprendizaje de los estudiantes y los avances de las comunidades. Así como una capacitación constante concientizándolos del uso que se le da a la tecnología. De esta manera se cumple la sugerencia que hacen Castañeda y Williamson (2021) de la necesidad de desarrollar plataformas digitales razonables con los modelos educativos que se despliegan en cada entidad. Ya que no solo se enfocarían a la incorporación de la tecnología, sino a la integración organizacional y cultural en conjunto con el currículo, cuidando que esta intervención tenga un uso ético en los procesos educativos.

Una de las ventajas de esta plataforma será que como es creada por la misma institución de SEJ, se dispone de una aplicación enfocada a las necesidades de la educación en las comunidades jaliscienses, que se han ido presentado a lo largo de los últimos dos proyectos del estado (2018 – 2024 y 2024 – 2030). Aunque cabe resaltar también que pueden presentarse algunos inconvenientes conforme comiencen a utilizarla todos los profesores, en el siguiente ciclo escolar 2026 – 2027; entre ellos podrían estar algunas deficiencias en el proceso de diseño, creación y mantenimiento de la plataforma. Así como otras necesidades que esbocen los docentes al utilizarla, pero al ser propiedad de la SEJ será flexible para reajustar y adaptar en cualquier momento.

No obstante, es necesario resaltar que varios estudios coinciden en que para lograr una integración efectiva del uso de plataformas digitales no depende unicamente de los recursos tecnológicos, sino mas bien de la capacidad pedagógica de los profesores para utilizarlas siempre de una forma crítica y apoyándose en su creatividad para integrarlas al ambiente educativo (Area & Pessoa, 2012; Cabero & Llorente 2020). Por ello sugieren como esencial una capacitación continua para los docentes en el ámbiente digital con el fin de que puedan lograr un pleno aprovechamiento de las mismas herramientas, lo cual es el enfoque principal de la Plataforma “Jalisco Academy” en uno de sus apartados.

Desarrollo de la Plataforma

Para que una plataforma educativa pueda cumplir su función, debe cubrir cuatro principales necesidades, las cuales presentaremos a continuación con la particularidad que la SEJ dio a cada una de ellas. La primera herramienta es un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés), en sí, es el sitio donde accesan todos los docentes o usuarios, aquí son expuestos en una sola imagen todos los apartados que brinda la plataforma para que el docente pueda trabajar en ella y además se lleve un registro de los participantes, cuando ingresan, que actividades realizan y los puntos que van obteniendo como premios al trabajar en la plataforma.

La segunda herramienta es el Sistema de Gestión de Contenidos de Aprendizaje (LCMS por sus siglas en inglés), la cual permite la creación y publicación de contenidos pedagógicos, calificando el almacenamiento y distribución de materiales educativos, programas de capacitación en distintos formatos como: videos, textos, imágenes módulos interactivos, etc. La plataforma “Jalisco Academy” tiene en primer lugar el apartado de Congreso que da acceso a las pláticas o conferencias que se han llevado a cabo en el programa de Recrea y ahí los docentes pueden escuchar las pláticas que les interesen o a las que no pudieron asistir durante el evento.

También cuenta con el apartado de Laboratorios donde los docentes pueden explorar información en diferentes temas que se han trabajado para su formación y tener una capacitación continua. Además incluye otro apartado de Innovaciones donde se comparten proyectos que han elaborado algunos docentes en escuelas de Jalisco, generando con ellos un impacto positivo en las comunidades escolares. En el siguiente apartado de Conecta se presentará la información de todas las convocatorias o eventos que se generen para el siguiente ciclo escolar 2026 - 2027, con el fin de unir a los profesores para compartir sus innovaciones para un aprendizaje colaborativo.

Una tercera herramienta es un espacio para la publicación de contenidos, donde los docentes cuenten con la facilidad de intercambiar información con los demás participantes o aclarar sus dudas en relación a un curso, a través de chats, foros, correos electrónicos, étc. De igual manera pueden leer o revisar información que otros compañeros publiquen y seguir en comunicación con los demás participantes en relación a cualquier tema del plan educativo.

Por último, la cuarta herramienta es la de administración, precisamente el conjunto de interfaces, funciones y programas de una plataforma los cuales permiten a los docentes participantes el acceso para gestionar los contenidos y la utilización de la plataforma, así como el enlace a otras herramientas. De igual forma se cuenta con un soporte técnico para tener la comunicación entre los que administran el sitio y los que lo utilizan.

Reflexiones a modo de cierre

La intención de la plataforma “Jalisco Academy” es abundante y va enfocada a una formación continua de los docentes para una preparación pedagógica, una capacitación tecnológica, una reflexión crítica y una comunicación activa con otros docentes que trabajan el mismo currículum en las diferentes comunidades del estado de Jalisco.

Los participantes cubren el primer requisito laborar todos en la misma entidad, el segundo todos trabajan los mismos objetivos pedagógicos de acuerdo con el Nuevo Modelo Educativo, lo cual favorece una interacción entre ellos con un intercambio de ideas, creatividad y colaboración para guiar a los estudiantes hacia un mismo fin. Aún queda pendiente el tercer requisito, contar con una respuesta favorable y participativa por parte de los docentes durante el siguiente ciclo escolar 2026 – 2027.

Como señalan Castañeda y Williamson (2021), el hecho de existir la plataforma no garantiza una mejora educativa, está dependerá de como se articule la participación de los docentes con su formación continua y la aplicación en sus prácticas pedagógicas. Ahora solo queda esperar la colaboración de los docentes, así como la identificación de algunas necesidades que ellos reconozcan que le hacen falta a la plataforma para ir mejorando el escenario y tener una herramienta que beneficie todos los propósitos del proyecto de educación “Al Estilo Jalisco 2024 – 2030”.

Referencias:

Area, M., & Pessoa, T. (2012). De lo sólido a lo líquido: Las nuevas alfabetizaciones ante los cambios culturales de la Web 2.0. Comunicar, 19(38), 13–20. https://doi.org/10.3916/C38-2012-02-01

Cabero-Almenara, J., & Llorente-Cejudo, M. C. (2020). La transformación digital como una prioridad estratégica en las instituciones educativas. Educatio Siglo XXI, 38(3), 229–252. https://doi.org/10.6018/educatio.448791

Castañeda, L., & Williamson, B. (2021). Assembling New Toolboxes of Methods and Theories for Innovative Critical Research on Educational Technology. Journal of New Approaches in Educational Research, 10(1), 1-14. doi: 10.7821/naer.2021.1.703

Orozco V., L.G. (En proceso). El uso de la inteligencia artificial por docentes de secundaria: Ventajas y Desventajas. Memorias del Congreso SOMIDEM II. Editorial SOMIDEM.

Secretaría de Educación Jalisco (2026) Enlace a la Plataforma Jalisco Acadmy https://academy.jalisco.gob.mx/login

Secretaría de Educación Jalisco (2025). Educación al Estilo Jalisco. “Proyecto Educativo de Jalisco” https://apprende.jalisco.gob.mx/cemej/wp-content/uploads/sites/37/2025/12/Proyecto-Educativo-de-Jalisco-2025-oficial.pdf

Ponencia I-11 | Jueves 15 de octubre de 2026

GAMIFICACIÓN Y PENSAMIENTO ADITIVO: UNA PROPUESTA CON MINECRAFT DESDE LOS PRINCIPIOS DE LA NUEVA ESCUELA MEXICANA

Quiroz Rivera Aleida Cecilia, Huerta Bladeras Sylvia Ivette, Marroquín Rodríguez Ana Paola.

Escuela Normal "Profr. Serafín Peña", Montemorelos, Nuevo León, México

aleida.quiroz@ensp.edu.mx, sylvia.huerta@ensp.edu.mx, marroquinr8968@ensp.edu.mx

Nivel educativo: Educación Primaria. Reporte de investigación. Tecnologías de la Información y Comunicación

Palabras clave: Gamificación, Matemática Educativa, Minecraft, Nueva Escuela Mexicana.

Resumen

La Nueva Escuela Mexicana plantea la promoción de estrategias de aprendizaje activo donde los alumnos puedan desarrollar habilidades para la solución de problemas en diversos contextos. Las Escuelas Normales, como instituciones formadoras de docentes, deben promover la incorporación de estas estrategias a las planeaciones de los futuros docentes con el objetivo de acercarlos a este tipo de diseños didácticos. La presente investigación tiene como objetivo analizar el diseño e implementación de una secuencia didáctica orientada a favorecer el concepto de suma basada en la Gamificación. Específicamente, fue seleccionado como tecnología de apoyo el videojuego Minecraft propició el contexto para el diseño de diez secuencias de actividades de naturaleza lúdica y colaborativa. El estudio de corte cualitativo tuvo una muestra de 28 niños y niñas de educación primaria en un grupo de primer grado. Los hallazgos muestran que el uso intencionado de la tecnología educativa mejora la motivación, el pensamiento aditivo y la comprensión matemática. Específicamente se evidencia que la gamificación es una estrategia activa que puede utilizarse para la promoción de conocimiento matemático en las aulas de educación primaria.

Términos clave: Gamificación; Matemática Educativa; Minecraft; Nueva Escuela Mexicana; Educación Primaria

Planteamiento del problema. La NEM (SEP, 2022) propone un enfoque matemático centrado en el aprendizaje significativo, la contextualización y el uso pedagógico de la tecnología. Es necesario que las escuelas normales generen espacios donde las y los docentes diseñen y ensayen propuestas alineadas con estos principios. La gamificación se configura como una estrategia idónea para ello, al vincular el juego con la construcción activa del conocimiento matemático. Esta investigación documenta una experiencia diseñada por una docente que integra Minecraft para fomentar la comprensión de la suma en primer grado, y se guía por la pregunta: ¿qué efectos tiene la gamificación basada en Minecraft en el desarrollo del pensamiento aditivo en alumnos de primer grado de primaria?

Marco teórico. El pensamiento aditivo implica combinar cantidades, comprender la cardinalidad y usar representaciones simbólicas (Baroody, 1987), y constituye un componente crítico del desarrollo numérico en los primeros grados (Fernández y Llinares, 2010). Su enseñanza debe partir de experiencias manipulativas de conteo, comparación y agrupación (SEP, 2022), evitando la memorización mecánica de algoritmos (Contreras, 2012). La incorporación de tecnologías digitales

facilita entornos donde el conocimiento matemático se construye de forma situada (Brown et al., 1989). Deterding et al. (2011) definen la gamificación como la aplicación de elementos de juego en contextos no lúdicos para aumentar la implicación del usuario, y Papadakis (2020) evidenció que, con intencionalidad pedagógica, mejora la comprensión conceptual en aritmética. Minecraft estimula el pensamiento lógico, la planificación y la colaboración (Carvalho y Romero, 2021), y se considera un mediador didáctico afín a la NEM (López, 2014).

Metodología. El estudio se desarrolló bajo un paradigma fenomenológico con metodología cualitativa (Valenzuela, 2012), en dos etapas: diseño de las actividades y su aplicación y análisis. La propuesta fue diseñada e implementada en un grupo de 28 alumnas y alumnos de primer grado. Se recabaron datos mediante entrevistas semiestructuradas y observación en el aula, analizados en tres categorías con indicadores de nivel inicial, medio y avanzado. Los indicadores de cada categoría se muestran en las Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1. Indicadores para evaluar la comprensión conceptual

Indicador	Nivel inicial	Nivel medio	Nivel avanzado
Uso del signo “+” en diferentes contextos	No lo reconoce o lo confunde	Lo reconoce pero con errores	Lo emplea correctamente en diversas situaciones
Resolución de sumas simples	Requiere apoyo manipulativo	Usa apoyo parcial	Resuelve de forma autónoma y justifica sus respuestas
Aplicación de estrategias de suma (dobles, descomposición, conteo)	No aplica estrategias	Aplica una estrategia limitada	Aplica múltiples estrategias con sentido numérico

Tabla 2. Indicadores para evaluar la implicación activa

Indicador	Nivel inicial	Nivel medio	Nivel avanzado
Participación en actividades	Participación escasa	Participa con apoyo	Participa constante y autónoma
Colaboración en equipo	No coopera	Coopera parcialmente	Colabora activamente con aportaciones
Expresión de interés por la matemática	Muestra desinterés	Interés ocasional	Expresa entusiasmo y relación con su contexto

Tabla 3. Indicadores para evaluar la apropiación tecnológica

Indicador	Nivel inicial	Nivel medio	Nivel avanzado
Uso funcional de Minecraft	Solo explora sin intención	Usa con guía para actividades	Usa de forma autónoma como herramienta de aprendizaje
Transferencia entre bloques concretos y virtuales	No logra transferencia	Logra con apoyo	Transfiere con fluidez
Planeación matemática en entornos de juego	No planifica cantidades	Planifica con apoyo	Planifica y verifica resultados de forma autónoma

Resultados. Se diseñó la secuencia didáctica “Construyendo Matemáticas”, conformada por diez sesiones que articulaban actividades dentro de Minecraft con un cuadernillo de trabajo, abordando progresivamente el conteo, la correspondencia uno a uno, la cardinalidad y el símbolo “+” (por ejemplo, en “Máquina de juntar” el alumnado combinaba colecciones de bloques, y en “La entrada de mi casa” calculaba la cantidad exacta de bloques para conectar dos puntos). En comprensión conceptual, el alumnado transitó de asociar la suma con “contar hacia adelante” hacia una noción de adición como combinación de colecciones y equivalencias numéricas, logrando expresar sumas de forma simbólica y gráfica. En implicación activa, la dinámica lúdica y los roles de equipo generaron mayor disposición a resolver desafíos sin temor al error; al cierre, el 93% del grupo manifestó preferencia por las clases de matemáticas con juego, colaboración y tecnología. En apropiación tecnológica, el alumnado transitó de un uso exploratorio a uno intencional y reflexivo de Minecraft: más del 85% resolvió sumas sin apoyo manipulativo e interpretó el símbolo “+”, y el 75% navegó el entorno de forma autónoma, relacionando lo realizado en el videojuego con el cuadernillo.

Discusión y conclusiones. Los hallazgos respaldan que una propuesta basada en gamificación genera aprendizajes matemáticos profundos cuando parte del juego, la manipulación y la exploración (Baroody, 1987; SEP, 2022), y confirman que retos significativos y retroalimentación inmediata potencian la motivación intrínseca (Deterding et al., 2011). La experiencia concreta los principios de la NEM al vincular el aprendizaje con la realidad del estudiante y posicionar al alumnado como creador, y no solo consumidor, de conocimiento digital. Se concluye que la gamificación incrementó la motivación y el compromiso, permitió una transición eficaz de lo concreto a lo simbólico, y que Minecraft fue utilizado de manera crítica como entorno de aprendizaje activo. Se recomienda replicar esta experiencia en otros grados y contenidos matemáticos, y profundizar en el impacto de los videojuegos educativos en la formación inicial docente.

Referencias

Baroody, A. J. (1987). Children's mathematical thinking: A developmental framework for preschool, primary, and special education teachers. Teachers College Press.

Brown, J. S., Collins, A., y Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. Educational Researcher, 18(1), 32–42.

Carvalho, A. A., y Romero, M. (2021). Minecraft como entorno de aprendizaje activo: posibilidades y límites en educación matemática. Revista Iberoamericana de Educación, 85(1), 125–140.

Contreras, F. (2012). La evolución de la didáctica de las matemáticas. Horizonte de la Ciencia, 2(2), 20–25.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference, 9–15.

Fernández, C., y Llinares, S. (2010). Relaciones entre el pensamiento aditivo y multiplicativo en estudiantes de educación primaria: el caso de la construcción de la idea de razón. Horizontes Educacionales, 15(1), 11–22.

López, S. (2014). Minecraft en el aula: potencialidades educativas. Revista de Tecnología Educativa.

Papadakis, S. (2020). Evaluating a teaching intervention using educational robotics and gamification for early math learning. Education and Information Technologies, 25, 381–401.

SEP (2022). Plan de estudios para la educación preescolar, primaria y secundaria 2022. Secretaría de Educación Pública.

Valenzuela, J. R. (2012). Fundamentos de investigación educativa (Vol. 3). Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.

Ponencia I-12 | Jueves 15 de octubre de 2026

TALLER CREACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE INTERACTIVOS CON CANVAS DE GEMINI PARA PENSAMIENTO MATEMÁTICO

Márquez Soto Claudia Patricia

CETis 108, México.

patty.marquezs@gmail.com

Medio Superior. Experiencia Docente

Objetos Interactivos de Aprendizaje (OIA), Transversalidad MCCEMS

La enseñanza del Pensamiento Matemático en el nivel Medio Superior atraviesa un proceso de resignificación profunda. Históricamente, las matemáticas han sido percibidas por el estudiantado como una disciplina abstracta, descontextualizada y generadora de alta ansiedad. Frente a este diagnóstico, la Academia Estatal de Pensamiento Matemático de la DGETI Sinaloa impulsó el desarrollo de Objetos Interactivos de Aprendizaje (OIA) mediante la herramienta de Inteligencia Artificial Gemini Canvas. Esta iniciativa busca transformar la práctica docente y situar al alumno en el centro del proceso educativo, fusionando la tecnología digital con los pilares del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) y la Nueva Escuela Mexicana (NEM).

Fundamentos Integradores:

1. Nueva Escuela Mexicana (NEM): Concibe a las y los estudiantes como sujetos activos de derechos y agentes de cambio en sus comunidades. Promueve un aprendizaje con sentido humano, pensamiento crítico y compromiso social.
2. Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS): Articula las progresiones del Pensamiento Matemático con el enfoque interdisciplinario STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas). Se busca que la resolución de ecuaciones, el análisis de funciones o la geometría analítica no se reduzcan a algoritmos, sino a herramientas de modelación de fenómenos reales.
3. Proyecto Escolar Comunitario (PEC): Sirve como el eje articulador que conecta el aula con el entorno social. Proyectos como "Huellas Felices: Bienestar Animal" (CETis 108), "Aguasplit: Conciencia y Acción" (CBTis 45), "Jardines Absorbentes de Agua de Lluvia" (CBTis 51) y "Semillas de Cambio" integran el saber matemático a causas sociocomunitarias concretas como el medio ambiente, la salud pública y la sustentabilidad.
4. Socioemocionalidad (ABC de las Emociones): Incorpora de manera explícita el reconocimiento y la regulación afectiva previa a la tarea matemática. Al integrar módulos de diagnóstico emocional y autocuidado, los OIA permiten encauzar la motivación, disminuir el estrés cognitivo y mejorar la disposición hacia la resolución de problemas.

Objetos tecnopedagógicos

Diseñar, codificar e implementar Objetos Interactivos de Aprendizaje (OIA) dinámicos en Gemini Canvas que favorezcan la apropiación del Pensamiento Matemático mediante el aprendizaje lúdico, la simulación interactiva, el enfoque STEAM y la contención socioemocional en el bachillerato tecnológico.

Retos tecnológicos y didácticos en el diseño

El diseño de estos entornos virtuales mediante la interacción con Gemini Canvas planteó importantes desafíos metodológicos para el cuerpo docente:

Ingeniería de Prompts Didácticos: Lograr que la IA generativa tradujera las progresiones del MCCEMS, la metodología STEAM y el enfoque comunitario en código funcional limpio (HTML/JS/CSS) sin perder rigor matemático.

Equilibrio entre Gamificación y Rigor Disciplinar: Evitar la frivolización del contenido académico; las mecánicas de juego (p. ej., restablecer el multiverso resolviendo sistemas de ecuaciones 2×2) debieron responder estrictamente al desarrollo de competencias matemáticas.

Integración Socioemocional y Accesibilidad: Garantizar que los diagnósticos emocionales fueran breves y significativos, y que los recursos pudieran ejecutarse sin contratiempos en diversos dispositivos (teléfonos móviles y computadoras de laboratorio) sin requerir servidores complejos.

Estructura y resultados de los objetos desarrolados

Los productos generados por la Academia Estatal para el semestre agosto 2026 – enero 2027 presentan una arquitectura pedagógica homologada y progresiva:

Registro y Diagnóstico Socioemocional (ABC)⟶Simulador / Laboratorio STEAM⟶ Retos Sumativos⟶ Autoevaluación / Reporte PDF

Prototipos Destacados:

Propedéutico 2026 (CETis 108 / Mtra. Claudia Patricia Márquez Soto): Diagnóstico e inducción a sistemas numéricos y operaciones básicas integrando la visión del MCCEMS.

Geometría Analítica y Autocuidado – PEC "Huellas Felices" (CETis 108 / Mtra. Claudia Patricia Márquez Soto): Vincula el modelado geométrico y el álgebra con el rescate y bienestar animal mediante insignias y rutas socioemocionales.

El Olimpo Físico del Bachillerato: Entornos de simulación en 2D y narrativas de ciencia ficción para el estudio de la cinemática, tiro parabólico y sistemas de ecuaciones.

Aguasplit / Jardines Absorbentes (CBTis 45, CBTis 51, CBTis 127): Aplicación de ecuaciones lineales, geometría y trilateración en la detección hídrica y sustentabilidad comunitaria.

Conecta Contigo – Salud Mental (CBTis 224 / Jared Enrique Torres Castro): Integración explícita de la salud mental con simulaciones físicas.

Conclusiones

La incorporación de Gemini Canvas para la creación de OIA representa una innovación tecno pedagógica que democratiza el desarrollo de software educativo por parte de las y los docentes. La experiencia de la DGETI Sinaloa demuestra que, al colocar al estudiante al centro y combinar el rigor matemático con la gamificación, el impacto social (PEC) y la atención socioemocional, la educación media superior avanza decididamente hacia la formación integral planteada por la Nueva Escuela Mexicana.

Como afirman la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2022, 2023a), el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) y la Nueva Escuela Mexicana posicionan al estudiante como sujeto transformador mediante el enfoque STEAM y el Proyecto Escolar Comunitario.

La Academia Estatal de Pensamiento Matemático DGETI Sinaloa (2026) fundamentó el uso de Gemini Canvas para dotar al cuerpo docente de capacidades de desarrollo de Objetos Interactivos de Aprendizaje adaptados a las realidades locales.

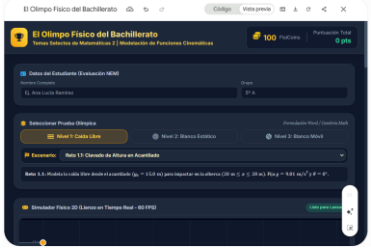
La incorporación del eje socioemocional y el cuidado de la salud mental en asignaturas STEM favorece la inclusión y reduce el abandono escolar (SEP, 2023b).

A continuación, se enlistan los links y las pantallas de cada uno de los objetos interactivos de aprendizaje (OIA) elaborados por la academia estatal durante el taller, mismos que se utilizarán este semestre agosto 2026 enero 2027 como material didáctico.

https://gemini.google.com/app/4bfb0f66e84f37ce#a5484de13f2b7a59



https://gemini.google.com/app/d1f85d749ea1ace1#d1d1d06c58d051bc



https://gemini.google.com/app/a0e684560822c802



https://gemini.google.com/share/8be9b75d1779?skid=edaa37c0-ac76-4640-8c4e-438ada974695

https://gemini.google.com/share/7f978019ec5e?skid=6e876b3c-7546-41a5-b997-054a6d18e58a



https://gemini.google.com/share/e9a7fe499f98?skid=9f8ecf7b-dcc9-45c9-b17d-a1e19ee95d3f



https://gemini.google.com/app/461912f28bb4df74



https://gemini.google.com/share/d/1v5JPTFLyMthmC6Wo5bn16290zkcF3OkX?usp=sharing

https://gemini.google.com/share/d/1MfFE5cSXvawRShWRd47twJ-bX4M_cOUy?usp=sharing



https://gemini.google.com/share/dd7bd1312c59?

skid=c97488ae-f66e-461f-a0fc-3092dcc24b9b



Referencias Bilbiográficas

Academia Estatal de Pensamiento Matemático DGETI Sinaloa. (2026). Compendio de Objetos de Aprendizaje Interactivos (OIA) con Canvas de Gemini para Pensamiento Matemático I, III y Temas Selectos de Matemáticas II. Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI).

Secretaría de Educación Pública. (2022). Rediseño del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS). Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS), Gobierno de México.

Secretaría de Educación Pública. (2023a). La Nueva Escuela Mexicana: Principios y orientaciones pedagógicas. Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS), Gobierno de México.

Secretaría de Educación Pública. (2023b). Orientaciones para el desarrollo de Proyectos Escolares Comunitarios (PEC) y el programa socioemocional en la Educación Media Superior. Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS), Gobierno de México.

Ponencia I-13 | Jueves 15 de octubre de 2026

TEMAS SELECTOS DE MATEMÁTICAS I SIN EXÁMENES

Gregorio Reynaga Ugalde

Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No. 71

gregorio.reynaga@sitio.cetis71.edu.mx

rocio.garcia@ sitio.cetis71.edu.mx

Nivel educativo: Medio superior, matemáticas: Experiencias.

Palabras clave: Enseñanza, temas selectos, examen, matemáticas.

Resumen

La enseñanza tradicional de las matemáticas en el nivel medio superior suele apoyarse de forma excesiva en pruebas escritas estandarizadas, lo que frecuentemente genera ansiedad y una comprensión superficial de los conceptos. Frente a este reto, se desarrolló una propuesta pedagógica para la asignatura de Temas Selectos de Matemáticas I en el CETIS 71, eliminando los exámenes sumativos y sustituyéndolos por proyectos integradores centrados en el trabajo colaborativo. De acuerdo con Johnson et al. (2014), el aprendizaje cooperativo promueve una mayor retención de conocimientos y fortalece habilidades socioemocionales indispensables para la formación técnica.

La intervención se estructuró en tres momentos de evaluación donde los estudiantes de 4° semestre de la especialidad de contabilidad del turno vespertino, quienes aplicaron los temas matemáticos en contextos visuales, prácticos y espaciales como temas integradores:

- Geometría fractal: Los equipos analizaron patrones de autosimilaridad presentes en la naturaleza y el arte, creando modelos visuales e interactivos mediante iteraciones básicas (Mandelbrot, 1982). Algunos de los trabajos desarrollados se pueden observar en la Figura 1.

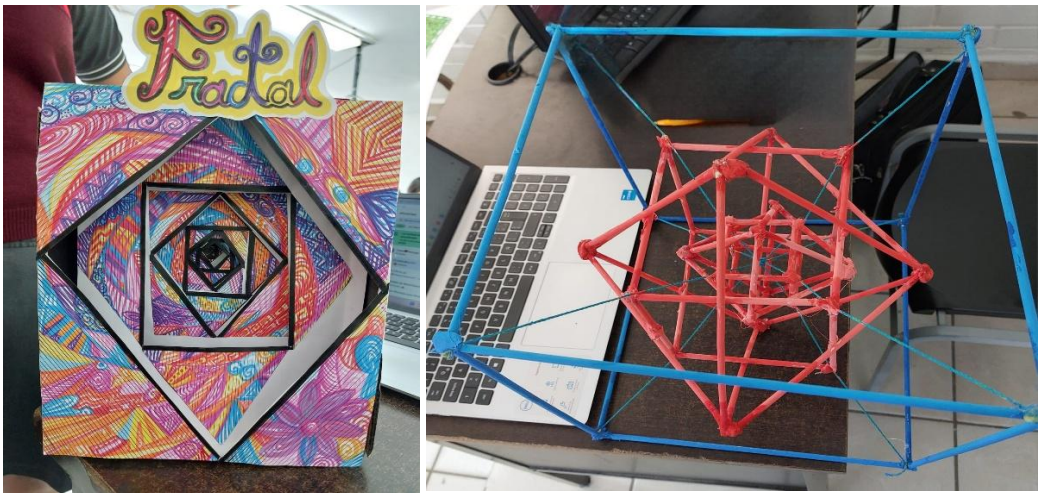


Figura 1. Trabajos presentados de geometría fractal.

- Funciones lineales y no lineales: Se utilizó la plataforma Padlet para albergar los videos solicitados a los estudiantes, se modelaron fenómenos cotidianos como tarifas de servicios y curvas de crecimiento poblacional priorizando la interpretación gráfica y el análisis de variables sobre la memorización de algoritmos algebraicos (Stewart et al., 2017). Además, se solicitó se compartieran en las redes sociales para competir por likes y comentarios. Algunos de los trabajos desarrollados se pueden observar en la Figura 2.

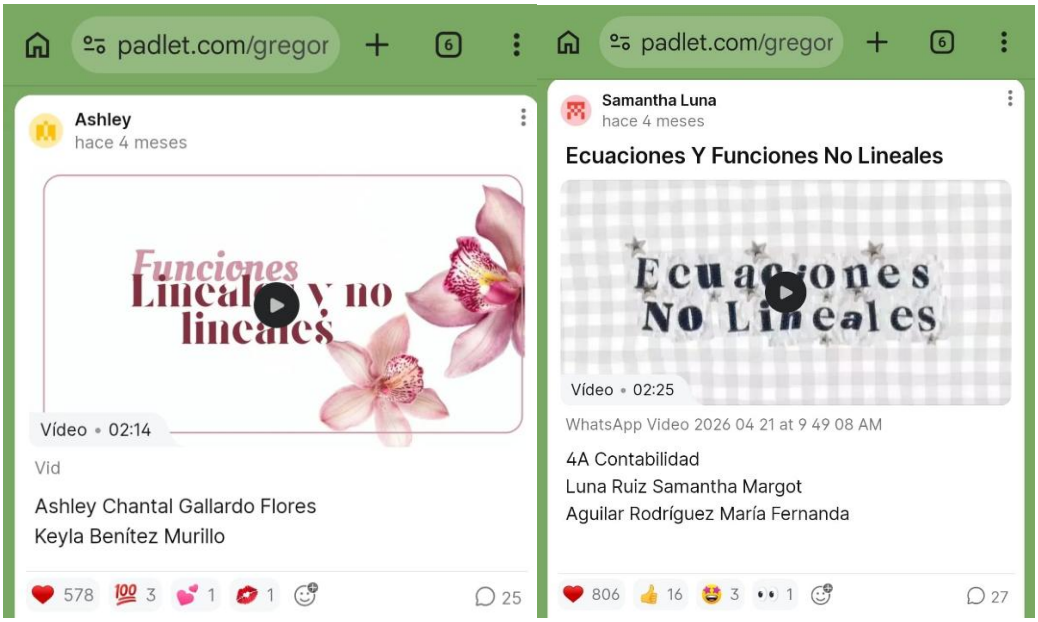


Figura 2. Trabajos presentados de funciones lineales y no lineales.

- Geometría del taxista (Manhattan): Los estudiantes exploraron métricas no euclidianas mediante el diseño de rutas óptimas en cuadrículas urbanas, contrastando el cálculo de distancias ortogonales frente a la distancia euclidiana tradicional (Krause, 1986). Algunos de los trabajos desarrollados se pueden observar en la Figura 3.

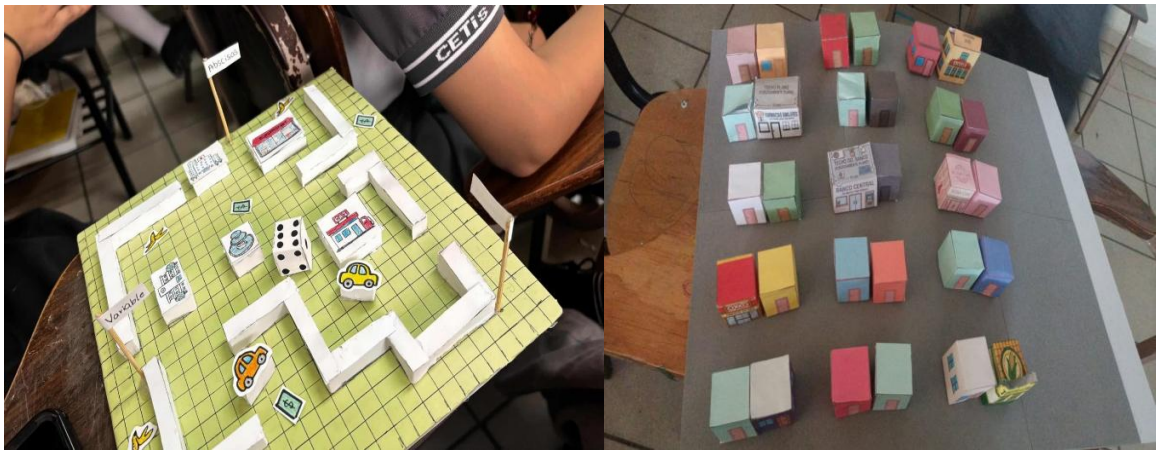


Figura 3. Trabajos presentados de geometría del taxista.

Al suprimir los exámenes formales, la acreditación se basó en una evaluación continua y formativa que integró rúbricas de desempeño, coevaluación entre pares y la presentación de prototipos creativos y funcionales. Como señalan Black y Wiliam (2009), la evaluación para el aprendizaje

orientada al proceso permite a los alumnos identificar áreas de mejora en tiempo real, fortaleciendo la autonomía y la corresponsabilidad grupal.

Conclusiones.

La transición de un esquema evaluativo tradicional hacia una metodología basada en proyectos integradores en el CETIS 71 demostró impactos positivos y profundos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Al prescindir de los exámenes memorísticos, el alumnado de 4° grado logró desmitificar la complejidad de contenidos abstractos como las geometrías no euclidianas y los fractales, transformando la teoría matemática en una herramienta visual, tangible y aplicable a problemas del entorno real. Esta dinámica no solo elevó el nivel de apropiación conceptual y el pensamiento crítico, sino que resignificó por completo el papel del error dentro del aula, convirtiéndolo en un insumo clave para la retroalimentación continua y el aprendizaje formativo en lugar de una fuente de sanción o ansiedad académica.

Además, el trabajo colaborativo constante fortaleció competencias transversales indispensables para el perfil técnico de los estudiantes, tales como la comunicación asertiva, la negociación de ideas, la toma colectiva de decisiones y la coevaluación ética del desempeño grupal. La vinculación de las matemáticas con modelos urbanos, fenómenos naturales y navegación espacial incrementó de manera notable la motivación intrínseca y la participación activa durante todo el curso. En definitiva, la experiencia evidenció que eliminar los exámenes formales no disminuye el rigor disciplinar, sino que humaniza el proceso educativo, consolida la autonomía estudiantil y valida el potencial de los proyectos integradores como una alternativa pedagógica sólida, inclusiva y altamente formativa en el nivel medio superior.

Referencias:

Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. Educational Assessment, Evaluation and Accountability, 21(1), 5–31.

Henderson, D. W., & Taimina, D. (2005). Experiencing geometry: Euclidean and non-Euclidean with history (3.ª ed.). Pearson Prentice Hall.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (2014). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. Journal on Excellence in College Teaching, 25(3&4), 85–118.

Krause, E. F. (1986). Taxicab geometry: An adventure in non-Euclidean geometry. Dover Publications.

Mandelbrot, B. B. (1982). The fractal geometry of nature. W. H. Freeman and Company.

Stewart, J., Redlin, L., & Watson, S. (2017). Precálculo: Matemáticas para el cálculo (7.ª ed.). Cengage Learning.

II. Propuestas Didácticas

Ponencias simultáneas

Ponencia II-10 | Jueves 15 de octubre de 2026

DISEÑO DE ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ISOMETRÍAS MEDIANTE EL USO DEL GEOGEBRA EN EL BACHILLERATO

Morales Ramírez Guadalupe

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería, México

guadalupe.moralesr@uaq.mx

Nivel educativo: Medio superior. Categoría: Visualización

Palabras clave: GeoGebra, Recubrimientos, Isometrías en el plano, Bachillerato

Resumen

Incorporar tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas potencia el desarrollo de habilidades cognitivas de los estudiantes. De acuerdo con el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000), las tecnologías son esenciales para enseñar, aprender y hacer matemáticas; sin embargo, estas no deben ser utilizadas como un reemplazo del profesor ni de los conocimientos matemáticos a enseñar. En particular, el software GeoGebra es un recurso comúnmente utilizado para enseñar y aprender matemáticas, pues permite generar aprendizaje a través de la exploración y experimentación o descubrimiento, brindando al usuario un soporte visual de las propiedades y significados matemáticos (Moreno, 2017).

Por otro lado, la noción de isometrías o transformaciones isométricas (traslación, rotación, reflexión o simetría axial) forman parte del área de Pensamiento Matemático en el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) de la Nueva Escuela Mexicana (NEM). Desde este enfoque, la enseñanza de las isometrías se centra en el desarrollo de destrezas espaciales para comprender los objetos en el espacio, abordando situaciones relacionadas con las ciencias naturales y las artes. No obstante, el uso de la geometría dinámica, como el GeoGebra, promueve la construcción, comprobación y análisis de movimientos. El concepto de las isometrías se caracteriza por ser aplicaciones en el plano que preservan forma y tamaño, las cuales están presentes en la vida cotidiana; por ejemplo, al desplazarnos de un lado a otro en línea recta nos estamos trasladando; al conducir hacemos giros con el volante y, si nos miramos en un espejo, la imagen que se obtiene sería nuestra simetría axial.

El objetivo de esta ponencia es presentar el diseño de actividades que permitan introducir la noción de isometrías en el bachillerato mediante el uso del GeoGebra, para ello se consideró la construcción de los teselados semirregulares como un medio didáctico. Esta experiencia se llevó a cabo con un grupo de estudiantes de un bachillerato público de la ciudad de Querétaro, mismos que se encontraban cursando la asignatura de geometría analítica, donde se aborda el estudio de las isometrías en el plano.

La propuesta consistió de dos actividades, la primera indaga sobre los conocimientos previos que poseen los alumnos en relación con los polígonos regulares y sus características (diagonales, ángulos interiores, etc.), integrando el uso del software GeoGebra, en donde se recurren a diferentes representaciones y, en cierto sentido, esperando que los alumnos utilicen diferentes lenguajes para expresar sus respuestas. La segunda actividad se centró en promover la

construcción de teselados semirregulares aplicando las herramientas de transformaciones isométricas del software GeoGebra. En un primer momento se la plantea la definición de teselado semirregular, se pide a los alumnos; 1) propongan combinaciones de polígonos regulares que permitan formar un teselado semirregular, 2) verifiquen en el GeoGebra si efectivamente se puede construir un teselado semirregular, 3) validen mediante la herramienta de arrastre si este constituye un teselado semirregular.

Se presentará tanto el análisis a priori y a posteriori de las actividades utilizando el enfoque Ontosemiótico, particularmente la herramienta de la configuración epistémica y cognitiva propuesta (Godino et al. 2019). Así, se identifica la red de objetos intervinientes y emergentes en el desarrollo de las actividades propuestas, para lo cual se tiene en cuenta la solución experta de cada actividad.

Los resultados dan cuenta de que el diseño de actividades mediante el uso de la geometría dinámica, deben ser gestionadas bajo ciertos criterios que permitan potenciar el aprendizaje de los alumnos, así como definir hasta qué punto la tecnología juega el papel de mediador para que los alumnos pongan en juego definiciones, propiedades, argumentos y procedimientos. En este estudio, aunque las actividades se relacionaron entre sí, los alumnos no establecieron tal relación ya que no consideraban lo previamente estudiado para seguir avanzando en su resolución. En este sentido se identificaron conflictos cognitivos, principalmente en la construcción de los teselados semirregulares, ya que no hubo conexión respecto a la conceptualización de las transformaciones isométricas y la aplicación de herramientas del software GeoGebra.

REFERENCIAS

Godino, J. D., Batanero, C., y Font, V. (2019). The onto-semiotic approach: Implications for the prescriptive character of didactics. For the Learning of Mathematics, 39(1), 38–43.

Moreno, H. (2017). Encrucijada del discurso matemático escolar contemporáneo: conocimientos profesionales del profesor, tecnologías digitales y prácticas socioculturales. En Hernandez, L. & Slisko, Josip (Ed.), Avances en la educación matemática basada en la investigación. (Primera edición). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

National of Council Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). Principles standards for school mathematics, NCTM. Reston. VA.

Ponencia II-11 | Jueves 15 de octubre de 2026

MANERAS VARIACIONALES DE ENTENDER COMO CRITERIO PARA EL DISEÑO DE ACTIVIDADES MEDIADAS CON TECNOLOGÍA: EL CASO DE LA COVARIACIÓN EXPONENCIAL CONTINUA

Amador Silva Luis Miguel, Jiménez Rodríguez José Ramón
Universidad de Sonora, México

luis.amador@unison.mx, joseramon.jimenez@unison.mx

Nivel Superior, Reporte de investigación

Palabras Clave: Cálculo, pensamiento variacional, maneras variacionales de entender, GeoGebra

1. Introducción

El estudio de fenómenos de variación y cambio constituye uno de los propósitos fundamentales de la enseñanza del Cálculo en los niveles medio superior y superior. Sin embargo, diversas investigaciones han señalado que la enseñanza de relaciones cuantitativas exponenciales suele privilegiar tratamientos algebraicos y procedimentales centrados en funciones numéricas y fórmulas, dejando en segundo o tercer plano el análisis de los fenómenos dinámicos que les dan origen (Khanh et al. 2020). Como consecuencia, los estudiantes frecuentemente presentan dificultades para interpretar la covariación entre magnitudes variables, comprender la razón instantánea de cambio y otorgar significado a los modelos exponenciales en contextos reales (Thompson y Carlson, 2017).

Esta problemática resulta particularmente relevante en la formación de estudiantes de ingeniería y ciencias aplicadas, quienes requieren herramientas conceptuales que les permitan interpretar, analizar y modelar fenómenos físicos, biológicos y tecnológicos. Desde esta perspectiva, el desarrollo del pensamiento variacional constituye una alternativa para aproximar el estudio del Cálculo a la comprensión de magnitudes variables y de sus relaciones de covariación (Jiménez et al., 2022).

En este contexto, la intención de este resumen consiste en mostrar cómo las Maneras Variacionales de Entender pueden utilizarse como criterio para el diseño de actividades dirigidas al estudio de fenómenos de comportamiento exponencial mediadas con tecnología.

2. Aspectos teóricos: Enfoque del pensamiento variacional

En este trabajo se adopta una concepción del pensamiento variacional centrada en el análisis dinámico de magnitudes variables presentes en fenómenos de variación y cambio en progreso. Desde esta perspectiva, las funciones no constituyen el objeto principal de estudio, sino diversas herramientas que emergen para modelar relaciones cuantitativas entre magnitudes variables (Jiménez et al., 2022; Amador y Jiménez, 2025).

Maneras Variacionales de Entender

Este proyecto se fundamenta en la visión de pensamiento matemático propuesta por Harel (2008), quien distingue entre maneras matemáticas de entender y maneras matemáticas de pensar. Las primeras corresponden a los productos cognitivos generados por actos mentales específicos, mientras que las segundas representan características cognitivas más generales inferidas a partir de las acciones reiteradas de las maneras matemáticas de entender.

Retomando esta visión, se propone la noción de Maneras Variacionales de Entender (MVdE) para referirse a los productos cognitivos asociados a la construcción de imágenes dinámicas sobre las propiedades cuantitativas de las magnitudes variables presentes en fenómenos de variación y cambio en progreso. Como resultado de una Etapa de Prediseño sustentada en análisis epistemológicos, curriculares y cognitivos, se identificaron diversas MVdE asociadas a la covariación exponencial continua (Amador y Jiménez, 2025). Entre ellas destacan:

La razón instantánea de cambio de una magnitud covariante de comportamiento exponencial es directamente proporcional a su valor actual, $.\frac{dy}{dx} = ky$

La variación infinitesimal porcentual de una magnitud covariante de comportamiento exponencial es igual a una constante numéricamente equivalente a la variación infinitesimal absoluta de la magnitud variable independiente.

Las Maneras Variacionales de Entender constituyen el principal referente para orientar el diseño de las actividades variacionales y tecnológicas desarrolladas en este proyecto.

3. El papel de la tecnología en la construcción de imágenes variacionales

La incorporación de recursos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas no solo puede reducirse a la utilización de herramientas digitales como simples medios de representación. Su potencial didáctico radica en la posibilidad de favorecer formas de interacción con los conceptos matemáticos y con los fenómenos que se pretenden estudiar (Arzarello, 2019).

Desde la perspectiva de la covariación instrumentada, Arzarello (2019) argumenta que los artefactos tecnológicos pueden funcionar como instrumentos capaces de amplificar y hacer visibles propiedades matemáticas de los fenómenos que difícilmente emergen mediante representaciones estáticas. Esta postura resulta particularmente relevante para el estudio de fenómenos exponenciales, donde la visualización de distintas representaciones puede favorecer la construcción de imágenes variacionales asociadas al cambio continuo.

4. Diseño de actividades mediadas con tecnología

El diseño de las actividades se fundamentó en las MVdE previamente identificadas y caracterizadas, también en principios de diseño de tareas variacionales y tecnológicas orientados a promover la exploración de fenómenos exponenciales. Entre dichos principios destacan: la observación de fenómenos reales, la construcción de significados a partir de necesidades intelectuales, el uso de representaciones dinámicas y la coordinación de distintos sistemas de representación.

Para ejemplificar la propuesta se diseñó una secuencia de actividades apoyadas en GeoGebra para el estudio de fenómenos de purificación del queroseno mediante filtros de caolín. En este contexto, cada pulgada de filtro elimina el 5% de los contaminantes presentes en el combustible, permitiendo analizar una situación de decrecimiento exponencial.

La secuencia de actividades se organizó mediante cuatro applets complementarios.

El primer applet consiste en una simulación dinámica del proceso de purificación y tiene como propósito favorecer la construcción de imágenes variacionales relacionadas con el cambio continuo de la concentración de contaminantes (ver Applet 1).

El segundo applet permite visualizar simultáneamente la evolución de los porcentajes de contaminantes y pureza, promoviendo el análisis de tendencias (ver Applet 2).

El tercer applet organiza la información mediante representaciones tabulares que favorecen la identificación de regularidades numéricas y relaciones cuantitativas entre magnitudes covariantes (ver Applet 3).

Finalmente, el cuarto applet permite analizar gráficamente el comportamiento exponencial y establecer conexiones entre representaciones gráficas, tabulares y algebraicas (ver Applet 4).

5. Conclusiones

Los applets diseñados en GeoGebra permiten coordinar representaciones visuales, tabulares, gráficas y algebraicas de la covariación exponencial continua, favoreciendo la construcción de imágenes dinámicas sobre el comportamiento de magnitudes variables. Así mismo, promueven la comprensión de propiedades cuantitativas como la razón instantánea de cambio y la variación infinitesimal porcentual en fenómenos exponenciales. En el contexto de la purificación del queroseno, esta última puede expresarse mediante el reconocimiento de que cada incremento infinitesimal en la longitud del filtro produce aproximadamente el mismo cambio porcentual infinitesimal en la concentración de contaminantes. Desde esta perspectiva, esta propiedad cuantitativa constituye una característica esencial de la covariación exponencial continua simple y representa una forma de comprensión que no suele ser objeto de atención en enfoques exclusivamente algebraicos.

6. Referencias bibliográficas

Amador S. L. M. y Jiménez R. J. R. (2025). Covariación exponencial continua: una razón de cambio directamente proporcional al valor de la magnitud variable de interés. Memorias del IV Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe. [ver]

Arzarello, F. (2019). La covariación instrumentada: Un fenómeno de mediación semiótica y epistemológica. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. Número 18. pp 11–29. Universidad de Costa Rica. [ver]

Harel, G. (2008). What is mathematics? A pedagogical answer to a philosophical question. En B. Gold & R. Simons (Eds.), Proof and other dilemmas: Mathematics and philosophy, Washington, DC: Mathematical Association of America, pp. 265 – 290. [ver]

Jiménez, J., Grijalva, A., Milner, F., Dávila, M. y Romero, C. (2022). Reconceptualización didáctica del Cálculo. Editorial de la Universidad de Sonora. [ver]

Khanh, T. L. C., Tien, L. V., & Loi, N. H. (2020). An Analysis Of The Concept Of Exponential Functions In History And Textbooks In Vietnam. The International Journal of Engineering and Science, 9(11), 23-28. [ver]

Thompson, P. W., & Carlson, M. P. (2017). Variation, covariation, and functions: Foundational ways of thinking mathematically. In J. Cai (Ed.), Compendium for research in mathematics education (pp. 421-456). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics. [ver]

Ponencia II-12 | Jueves 15 de octubre de 2026

CODEMATH: HACKEANDO EL CÓDIGO DEL UNIVERSO. ESTRATEGIA NEUROEDUCATIVA CON GEOGEBRA PARA LA MEDIACIÓN DE REGISTROS DE REPRESENTACIÓN SEMIÓTICA EN LA TRANSICIÓN ARITMÉTICA-ÁLGEBRA-GEOMETRÍA

Murillo Mora Sarahí
CETis No. 161, México

sarahi.murillo.ce161@dgeti.sems.gob.mx/sarahi.murillo@cetis161.edu.mx

Nivel Educativo: Educación Media Superior | Categoría: Innovación Didáctica y Uso de TIC

Palabras clave: Neuroeducación, Carga Cognitiva, Representación Semiótica, GeoGebra, Mobile-First.

RESUMEN

El presente trabajo expone el diseño, desarrollo y validación formativa de CodeMath, un Recurso Educativo Digital (EDI) interactivo estructurado bajo la metodología Mobile-First, la teoría del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y la teoría de la Carga Cognitiva. Diseñado para el Centro de Estudios Tecnológicos, Industrial y de Servicios No. 161 (CETis 161) en Tala, Jalisco, dentro del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS 2025), el proyecto aborda la problemática de la alta ansiedad matemática, la astenia visual y la abstracción descontextualizada en la transición de la aritmética al álgebra y la geometría analítica. Mediante un entorno gamificado con estética de ciberseguridad ("Hacking del Universo") e integración directa del motor dinámico GeoGebra, CodeMath articula la conversión semiótica entre el registro numérico, algebraico y gráfico. La validación piloto mediante juicio de expertos y pilotaje cualitativo demostró una notable reducción en la carga cognitiva extraña, alta factibilidad de uso en dispositivos móviles y una mejora en el enganche neuroafectivo de los estudiantes.

1. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La transición de la aritmética elemental al pensamiento algebraico y geométrico en la Educación Media Superior representa un cuello de botella crítico en el aprendizaje de las STEM. En el contexto particular del CETis No. 161 (Tala, Jalisco), los estudiantes de primer a tercer semestre manifiestan recurrentemente niveles elevados de ansiedad matemática, déficit en la visualización espacial y saturación de la memoria de trabajo ante la presentación tradicional de fórmulas abstractas. Esta situación se ve agravada por la brecha de acceso tecnológico, donde el smartphone es el dispositivo predominante de conectividad. Frente a este panorama, el MCCEMS 2025 exige un cambio de paradigma centrado en el pensamiento matemático contextual. La neuroeducación demuestra que las emociones y la carga perceptual condicionan la función ejecutiva de la corteza prefrontal, planteando como interrogante: ¿Cómo

diseñar una interfaz Mobile-First que minimice la carga cognitiva extraña y promueva la conversión entre registros de representación semiótica a través de GeoGebra?

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

El soporte de CodeMath se cimenta en la articulación de tres ejes teóricos clave:

• Teoría de la Carga Cognitiva (Sweller et al., 2019): Postula que la memoria de trabajo tiene capacidad limitada. Para optimizar el aprendizaje, se debe reducir la carga extraña (interfaz confusa) para redirigir los recursos mentales a la carga germana (procesamiento profundo). CodeMath logra esto mediante un diseño minimalista en modo oscuro (Dark Mode).

• Registros de Representación Semiótica (Duval, 2006): El aprendizaje matemático requiere la conversión fluida entre al menos dos registros: numérico/tabular, algebraico/simbólico y gráfico/figural. GeoGebra actúa en CodeMath como un puente interactivo que automatiza esta representación simultánea.

• Neuroeducación y Gamificación Narrativa (Mora, 2017): La emoción y la curiosidad desencadenan la atención sostenida. Bajo la narrativa de ciberseguridad, los errores matemáticos dejan de vivenciarse como fracasos y se reconceptualizan como "bugs" a depurar, activando el circuito dopaminérgico de recompensa y reduciendo la ansiedad.

3. ARQUITECTURA DEL RECURSO EDUCATIVO DIGITAL (CODEMATH)

CodeMath se estructura sobre WordPress y Elementor Pro, integrando CSS3 y JS optimizados para un comportamiento Mobile-First nativo. Cumple con la accesibilidad WCAG 2.1, empleando alto contraste (fondo #0f172a con acentos verde neón #10b981 y cian #06b6d4) para prevenir la fatiga ocular.

Tabla 1. Estructura de Módulos y Metáfora Narrativa de CodeMath

Módulo	Metáfora Gamificada	Núcleo Matemático (MCCEMS)	Integración Semiótica
Módulo 1	Nivel 1: Acceso al Mainframe	Patrones aritméticos, variables y funciones.	Tablas numéricas → Expresión algebraica.
Módulo 2	Nivel 2: Depuración del Sistema	Ecuaciones lineales, pendientes, sistemas 2x2.	Deslizadores GeoGebra → Rectas en R^2.
Módulo 3	Nivel 3: Inyección de Código	Ecuaciones cuadráticas y geometría analítica.	Lugar geométrico → Registro gráfico dinamizado.
Módulo 4	Terminal de Enlace	Evaluación sumativa y reto de hacking.	Proyecto integrador con entorno real.

Nota: Es preciso destacar que la plataforma web CodeMath se encuentra en fase activa de adecuación técnica y refinamiento didáctico.

4. METODOLOGÍA Y PROCESO DE VALIDACIÓN

El desarrollo siguió un enfoque cualitativo-descriptivo apoyado en investigación basada en el diseño (DBD), articulado en:

1) Diseño Prototípico en Figma y WordPress con GeoGebra HTML5.

2) Juicio de Expertos con Mtro. Juan Carlos Mariscal (Computación), Mtro. Gabriel (Pedagogía) y Dr. Rodrigo Lugo (Matemáticas)

3) Pilotaje cualitativo de usabilidad con estudiantes del CETis 161.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los expertos señalaron que la narrativa de hacking transforma el error en un bug a depurar, aumentando la resiliencia cognitiva. Con base en sus observaciones, se realizaron optimizaciones en la interfaz: a) Eliminación de widgets en inglés; b) Ajuste del menú hamburguesa para teléfonos móviles; c) Contextualización local en Tala, Jalisco; d) Renderizado responsivo de GeoGebra para pantallas de 5.5 a 6.5 pulgadas.

Nota: Es preciso destacar que la plataforma web CodeMath se encuentra en fase activa de adecuación técnica y refinamiento didáctico.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

CodeMath demuestra que la convergencia entre neuroeducación, GeoGebra y diseño Mobile-First democratiza el aprendizaje de las matemáticas en comunidades con brecha digital. Como trabajo futuro, se contempla una evaluación cuasi-experimental en el ciclo 2025-2026 para medir cuantitativamente la ganancia del aprendizaje (Hake gain).

REFERENCIAS

Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. Educational Studies in Mathematics, 61(1), 103-131.

Friedman, N. P., & Robbins, T. W. (2022). The role of prefrontal cortex in executive functions and working memory. Neuropsychopharmacology, 47(1), 72-89.

GeoGebra Development Team. (2024). GeoGebra Dynamic Mathematics for Everyone [Software]. https://www.geogebra.org

Mora, F. (2017). Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama. Alianza Editorial.

Secretaría de Educación Pública [SEP]. (2023). Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS): Rediseño Curricular. Subsecretaría de Educación Media Superior.

Sweller, J., van Merriënboer, J. J., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. Educational Psychology Review, 31(2), 261-292.

Ponencia II-13 | Jueves 15 de octubre de 2026

DISEÑO DE INSTRUMENTOS PARA VALORAR EL NIVEL DE LOGRO DE LAS COMPETENCIAS DEL CCDM

Palafox Duarte Martha Cecilia1, Grijalva Monteverde Agustín2

Universidad de Sonora1,2, México1,2

martha.palafox@unison.mx, agustin.grijalva@unison.mx

Nivel educativo: bachillerato. Categoría: Desarrollo profesional docente

Palabras clave: Diseño, Instrumentos, Profesores, Competencias.

El Modelo del Conocimiento y Competencias Didáctico-Matemáticas (CCDM) desarrollado por Pino-Fan, et al. (2022), es un marco teórico para analizar y valorar el desempeño profesional de los docentes de matemáticas. El modelo surge de la necesidad de reconocer que para enseñar matemáticas no basta con dominar los contenidos disciplinares, sino que también es necesario poseer conocimientos didácticos, pedagógicos y competencias que permitan gestionar adecuadamente los procesos de enseñanza y aprendizaje. El CCDM integra conocimientos y competencias docentes, ofreciendo subcompetencias, categorías y niveles de logro que permiten evaluar de manera sistemática la práctica del profesor.

El modelo contempla dos grandes competencias: la Competencia Matemática y la Competencia de Análisis e Intervención Didáctica. Cada una se desglosa en subcompetencias con descriptores y niveles de logro que van desde el nivel inicial (L0) hasta el nivel avanzado (L3). Estos niveles constituyen la base para la construcción de instrumentos de observación y evaluación utilizados en el estudio para documentar la evolución profesional de los docentes participantes durante un taller centrado en el fortalecimiento del Pensamiento Variacional.

Diseño de los instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos se diseñaron directamente a partir de las tablas de los niveles de logro para cada una de las siete subcompetencias del CCDM. Las primeras tres, de la Competencia Matemática, se centran en la persona que enseña matemáticas y las tareas relacionadas con la actividad profesional, y el resto, de la Competencia de Análisis e Intervención Didáctica, pone énfasis en la reflexión y valoración de la práctica profesional en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Cada indicador incluido en los instrumentos representa evidencias observables de los criterios que caracterizan los distintos niveles de desempeño de cada subcompetencia. De esta forma, los instrumentos permiten identificar progresivamente si las producciones docentes se encuentran en un nivel inicial, básico, intermedio o avanzado de desarrollo profesional como profesores de matemáticas.

El proceso de diseño parte de transformar los descriptores cualitativos de cada nivel de logro en indicadores concretos susceptibles de observación. Así, las categorías teóricas del CCDM se convierten en evidencias que pueden registrarse durante la resolución de problemas, el diseño de actividades, la implementación en el aula y los procesos de reflexión docente.

Instrumentos derivados de la Competencia Matemática

Para valorar el desarrollo de la competencia matemática de los docentes, se diseñaron instrumentos de recolección de datos orientados a identificar evidencias de su desempeño en actividades fundamentales de la práctica profesional. Estos instrumentos permiten analizar la capacidad del profesor para resolver problemas matemáticos, proponer tareas y valorar las respuestas producidas por los estudiantes, considerando distintos niveles de complejidad y profundidad.

Instrumento para la subcompetencia de Resolución de Problemas

El instrumento se diseñó para valorar la capacidad del docente para resolver tareas matemáticas mediante el uso de diferentes representaciones, procedimientos y argumentaciones. Considera descriptores relacionados con la relación entre objetos matemáticos, la movilización de diversos significados de una noción y el establecimiento de conexiones entre conocimientos previos y posteriores, permitiendo identificar el nivel de desarrollo alcanzado en la resolución de problemas.

Instrumento para la subcompetencia de Planteamiento de Problemas

El instrumento se orientó a valorar la capacidad del docente para diseñar y adaptar tareas matemáticas significativas. Para ello, considera descriptores vinculados con los conocimientos previos de los estudiantes, aspectos curriculares, diversos significados del objeto de estudio, anticipación de errores y dificultades, diversas posibilidades de respuesta, conexiones matemáticas y la incorporación de desafíos que favorezcan aprendizajes más profundos.

Instrumento para la subcompetencia del Análisis de las Respuestas a un Problemas

El instrumento se diseñó para valorar la capacidad del docente para analizar las producciones matemáticas de los estudiantes y utilizar dicha información para orientar la enseñanza. Incluye descriptores relacionados con la identificación de errores y conflictos de aprendizaje, el análisis de las respuestas en distintos momentos del proceso de enseñanza y el uso de herramientas teórico-metodológicas para fundamentar decisiones y proponer acciones de mejora.

Instrumentos derivados de la Competencia de Análisis e Intervención Didáctica

La segunda categoría de instrumentos se orientó a valorar la intervención docente en el aula y los procesos de reflexión sobre la práctica. Su diseño consideró descriptores relacionados con la práctica profesional en los procesos de enseñanza como el análisis de la actividad matemática, la gestión de las interacciones, el uso y manejo de los recursos y la valoración de la idoneidad didáctica, con el propósito de identificar evidencias sobre la capacidad del profesor para planificar, implementar, analizar y que su práctica sea favorable.

Instrumento para el Análisis de la Actividad Matemática

El instrumento se diseñó para valorar cómo el docente desarrolla y analiza la actividad matemática en el aula. Considera descriptores relacionados con la claridad de las explicaciones, el uso de diversas representaciones, la promoción de la argumentación, la identificación de errores y conflictos de aprendizaje, y la reflexión sobre la propia práctica.

Instrumento para el Análisis y Gestión de las Interacciones

El instrumento se orientó a valorar la gestión de la comunicación y las interacciones en el aula. Incluye descriptores relacionados con la participación estudiantil, la resolución de dudas, la promoción de la autonomía, la motivación hacia las matemáticas y el seguimiento del progreso de los estudiantes.

Instrumento para el Uso y Manejo de Recursos

El instrumento se diseñó para valorar la selección y utilización de recursos materiales y temporales en función de los objetivos de aprendizaje. Considera descriptores vinculados con la pertinencia de los recursos, la gestión del tiempo, la promoción de representaciones matemáticas y la adecuación de las actividades al contexto educativo.

Instrumento para la Valoración de la Idoneidad Didáctica

El instrumento se diseñó para promover la reflexión sobre la práctica docente. Para ello, contempla descriptores relacionados con la reflexión a priori, in situ y a posteriori, la identificación de fortalezas y dificultades, y la formulación de propuestas de mejora.

Conclusión

El modelo CCDM proporciona un referente teórico para comprender el conocimiento y las competencias docentes, además de constituir una base sólida para el diseño de instrumentos de recolección de datos. La construcción de estos instrumentos se fundamenta en los niveles de logro y los descriptores de cada competencia y subcompetencia, garantizando la coherencia entre el marco conceptual y los procesos de valoración. De esta manera, es posible obtener evidencias sistemáticas sobre el desempeño docente, identificar fortalezas y áreas de oportunidad, así como dar seguimiento a la evolución de las competencias matemáticas y de análisis e intervención didáctica a lo largo de los procesos de formación y práctica profesional.

Referencias:

Pino-Fan, L., Castro, W. y Font, V. (2022). A macro tool for mathematics teacher competencies. International Journal of Science and Mathematics Education, 21, 1407–1432.

III. Pensamiento Matemático

Ponencias simultáneas

Ponencia III-10 | Jueves 15 de octubre de 2026

DESARROLLO DEL PENSAMIENTO VARIACIONAL EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA CON EL USO DE TECNOLOGÍA DIGITAL A PARTIR DE FENÓMENOS DINÁMICOS

Castillo Sedano José Manuel, Jiménez Rodríguez José Ramón
Universidad de Sonora, México

a215290112@unison.mx, joseramon.jimenez@unison.mx

Educación Secundaria – Pensamiento Variacional

Variación continua, Magnitud variable, Pensamiento variacional

El proyecto de intervención didáctica se centra en el diseño, implementación y valoración de una muestra de actividades didácticas con apoyo de recursos de tecnología digital, dirigida a estudiantes de educación secundaria, y cuya intencionalidad radica en favorecer el desarrollo del pensamiento variacional en los alumnos. Cabe señalar que el currículo de educación secundaria plantea el desarrollo del pensamiento variacional en los estudiantes. No obstante, en la gran mayoría de las investigaciones sobre este tema se presentan diversas perspectivas e interpretaciones del propio concepto. Para nosotros, este consiste en el estudio de la variación continua de las magnitudes variables involucradas en los fenómenos de cambio en progreso. Asimismo, en las orientaciones didácticas curriculares, el alumno se enfrenta, desde un primer momento, a tareas matemáticas propias del razonamiento covariacional. Estas tareas resultan complejas, dado que exigen la capacidad de coordinar simultáneamente la variación de dos cantidades, algo que para muchos estudiantes es difícil, y más aún cuando dicho contenido matemático se aborda como parte del tema de funciones, con un enfoque didáctico discreto y en absoluto nada variacional.

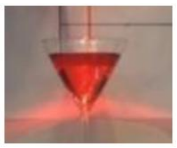
Se asumirá un enfoque distinto al que consignan los planes y programas de estudio oficiales, el cual es incongruente para desarrollar este tipo de pensamiento, debido a que se aborda desde una perspectiva estática y/o discreta (variación por partes), centrado meramente en la idea matemática abstracta de función. Las características de la propuesta se fundamentan estrechamente con el marco teórico-metodológico sobre el desarrollo del pensamiento variacional de Jiménez y Castillo (2025). Este planteamiento consiste en abordar una perspectiva de enseñanza y aprendizaje del pensamiento variacional de forma dinámica, y orientada al estudio del comportamiento de magnitudes variables que están inmersas en los fenómenos de cambio en progreso presentes en contextos de la realidad, sin reducirlas necesariamente a funciones matemáticas (funciones numéricas), enfatizando la promoción intencional y selectiva de maneras variacionales de entender (MVdE) y de pensar (MVdP) que señalan Amador y Jiménez (2023), en lugar de centrarse exclusivamente en la formulación y/o definición de conceptos y propiedades relacionadas con aspectos intramatemáticos.

A diferencia de otras propuestas, el diseño didáctico que se plantea parte del análisis de situaciones con razón de cambio variable desde el mismo inicio de la secuencia, relegando aquellas de razón constante a solo un caso particular, de los diversos comportamientos presente en los fenómenos de cambio. Asimismo la secuencia didáctica, en concordancia con el enfoque teórico asumido, se estructura en dos fases: en la primera fase se contempla el trabajo de matematización del comportamiento de una sola magnitud variable, intencional y artificialmente aislada correspondiente al razonamiento uni-variacional (Nivel Cero del razonamiento variacional), y en la segunda fase el trabajo de matematización bi-variacional, que aborda la covariación entre dos magnitudes variables (Niveles 1, 2 y 3 del razonamiento covariacional de Carlson et al. (2003)). Además, con el propósito de propiciar la formación por parte del alumno de maneras variacionales flexibles de entender y de pensar, se incluyen en la secuencia situaciones dinámicas en las que el tiempo no es necesariamente la magnitud variable independiente relevante.

Cabe destacar que la propuesta enfatiza la conceptualización de la variación continua y suave de las magnitudes variables, que caracteriza a los fenómenos dinámicos de la realidad, abandonando la visión estática, puntual y discreta del estudio de la variación que predomina en la enseñanza tradicional. Con ello, se pretende evitar que el estudiante se forme imágenes mentales limitadas, que conceptualice el cambio "en grueso" o “por porciones” de la variación, en lugar de visualizar y comprender el cambio continuo en progreso (Castillo-Garsow, 2010). Finalmente, en plena concordancia con el enfoque de la covariación instrumentada (Arzarello, 2019), se incluye el análisis de situaciones variacionales en vivo extraídas de fenómenos presentes en la realidad, con el apoyo de videograbaciones y prototipos manipulables físicos de las mismas (por ejemplo: el llenado y/o vaciado de líquido en un recipiente cónico, movimiento de un péndulo, desplazamiento de un móvil sobre un plano inclinado, entre otras) que permitan una experiencia directa y significativa del fenómeno variacional.

Las características de las actividades didácticas, congruentes con el marco teórico son las siguientes:

- Las situaciones variacionales se proponen a partir de fenómenos de cambio en progreso presentes en la realidad y su representación se realiza por medio de la presentación de un video digital, en donde se matematiza el fenómeno de variación.

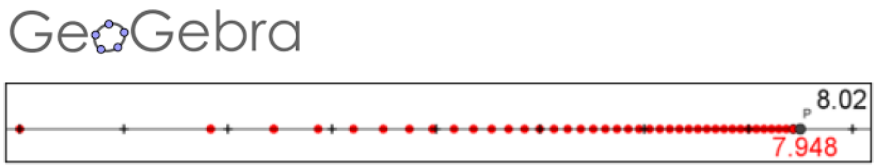


- Se extraen los valores numéricos relevantes de las magnitudes de interés presentes en la situación de cambio en el video, se lleva a cabo mediante el uso del software Tracker para posteriormente, con estos valores numéricos, llevar a cabo la matematización del fenómeno.
- Tracker Video Analysis and Modeling Tool

Listado 3: Altura del espacio vacío en el llenado (DD)

_____ = {7.582, 5.748, 5.142, 4.715, 4.376, 4.089, 3.838, 3.614, 3.410, 3.223, 3.049, 2.886, 2.733, 2.588, 2.450, 2.318, 2.193, 2.072, 1.956, 1.845, 1.737, 1.633, 1.532, 1.434, 1.339, 1.246, 1.156, 1.068, 0.982, 0.898, 0.817, 0.737, 0.658, 0.582, 0.506, 0.433, 0.360, 0.289, 0.220, 0.151, 0.084}

- Las actividades se presentarán en hojas de trabajo, las cuales se repartirán a cada uno de los estudiantes, fomentando el trabajo individual, por equipos y grupal.

- Las actividades se apoyarán con tecnología digital. En particular, el uso del software de geometría dinámica GeoGebra posibilitará la construcción de imágenes mentales dinámicas sobre las situaciones de variación en los estudiantes.
- 

- La estructura de las actividades se fundamenta teóricamente con base en el marco conceptual propuesto sobre las acciones mentales presentes en el desarrollo del Nivel Cero del pensamiento variacional de Jiménez y Castillo (2025), lo cual complementa al marco conceptual del Razonamiento Covariacional de Carlson et al (2003), y del Razonamiento Variacional de Thompson y Carlson (2017).

La investigación educativa parece asumir como un hecho incuestionable y obvio que el razonamiento variacional es simple, natural y espontáneo, y que no deberíamos preocuparnos por su desarrollo. Sin embargo, al realizar el esfuerzo de identificar, describir y caracterizar de forma preliminar las acciones mentales del trabajo matemático requerido en el análisis de una sola magnitud variable (aislada de las demás) percibida en un fenómeno de cambio en progreso, nos percatamos con asombro de dos hallazgos significativos: a) existe -al menos teóricamente- un número considerable de acciones mentales del Nivel Cero (trece hasta el momento), y b) estas acciones mentales no son elementales, sino que como se ha mostrado aquí, presentan cierto grado de abstracción y complejidad matemática.

Los hallazgos presentados con anterioridad permiten adentrarse en la reflexión sobre porqué a la mayoría de los estudiantes no les resulta fácil empezar a trabajar directamente a nivel covariacional, puesto que en dicho trabajo matemático experimentan una serie de dificultades y obstáculos cognitivos, referenciados en varios artículos de investigación en el área de Matemática Educativa. Por lo tanto, consideramos que la causa principal consiste en la omisión curricular y didáctica del Nivel Cero del pensamiento variacional, dado que esta etapa inicial es crucial en la construcción de ideas variacionales, acciones mentales e imágenes dinámicas esenciales para el desarrollo de este tipo de pensamiento.

Las dificultades que presentan los estudiantes al trabajar con fenómenos covariacionales se manifiestan a partir de que no tienen formadas y desarrolladas las acciones mentales que se requieren para comprender las ideas matemáticas de la covariación, y es casi imposible poder desarrollarlas en dicho escenario matemático, dado que éste les exige a los alumnos poseer estas imágenes dinámicas y acciones mentales para cada una de las magnitudes variables y poner en juego la coordinación; por ejemplo, la representación numérica como representación tabular, la algebraica mediante la notación de funciones, y la gráfica en el plano cartesiano.

Ciertamente, en el currículo escolar está contemplado el estudio de la recta numérica, pero lamentablemente no desde el punto de vista variacional, para desarrollar en ella imágenes gráficas dinámicas asociadas a los distintos comportamientos variacionales elementales, o a desarrollar y utilizar herramientas matemáticas que permitan a los estudiantes profundizar en el análisis del comportamiento de las magnitudes variables.

Referencias

Amador, L. M. y Jiménez, J. R. (2023). Diseño didáctico de la covariación exponencial bajo el enfoque del pensamiento variacional. Memorias del XVI Congreso https://xvi-ponencias.ciaem-iacme.org/index.php/xviciaem/xviciaem/paper/view/1338/694.

Arzarello, F. (2019). La covariación instrumentada: un fenómeno de mediación semiótica y epistemológica. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, (18), 11-29.

Carlson, M., Jacob, S. Coe, E. Larsen, S. y Hsu, E. (2003). Razonamiento Covariacional aplicado a la modelación de eventos dinámicos: un marco conceptual y un estudio. Revista EMA, VOL. 8 Nº2, pp. 121-156.

Castillo-Garsow, C. W. (2010) Teaching the Verhulst Model: A Teaching Experiment in Covariational Reasoning and Exponential Growth. Unpublished doctoral dissertation, Arizona State University, Tempe, AZ.

Jiménez, J. R., y Castillo, J. M. (2025). Un marco conceptual complementario para el desarrollo del pensamiento variacional en estudiantes de educación secundaria. En Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe. https://ponencias.ciaem-redumate.org/cemacyc/article/download/614/491

Thompson, P. y Carlson, M. (2017). Variation, covariation, and functions: Foundational ways of thinking mathematically. In J. Cai (Ed.), Compendium for research in mathematics education (pp. 421-456). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Ponencia III-12 | Jueves 15 de octubre de 2026

REGULACIÓN EMOCIONAL Y REPRESENTACIONES MATEMÁTICAS EN EL APRENDIZAJE DE SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES DE 2X2 MEDIADO POR UN RECURSO DIGITAL

Espinosa Flores Wendy Falina, Rojo Morales Diana, Hernández López Francisco Miguel

Universidad de Guadalajara, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México, Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Guzmán, Jalisco, México.

Wendy.espinosa5987@alumnos.udg.mx, diana.rojo@cusur.udg.mx, francisco.hlopez@academicos.udg.mx

Media superior, reporte de investigación, tecnologías de la información y la comunicación

Palabras clave: media superior, regulación emocional, sistemas de ecuaciones, recurso digital

Introducción

En el estudio se abordan los desafíos de la educación media superior y las dificultades de los estudiantes para comprender los conceptos abstractos y resolver problemas algebraicos, particularmente los sistemas de ecuaciones lineales de 2x2, ya que requieren el desarrollo del pensamiento algebraico, la coordinación de distintas representaciones matemáticas y la comprensión de relaciones entre variables (Booth, 1988; Kieran, 1992, Kaput, 1999).

Se señalan algunos estudios que enfatizan la inclinación de los estudiantes por privilegiar procedimientos mecánicos sobre la comprensión conceptual, lo que limita la transferencia del conocimiento a nuevos contextos y a la resolución de problemas.

A las dificultades cognitivas se suman factores emocionales como la ansiedad, la frustración la inseguridad y el autoconcepto matemático, aspectos que influyen directamente en la persistencia y el desempeño académico (Gross & John, 2003; Pekrun).

Paralelamente, el desarrollo de tecnologías digitales ha abierto nuevas posibilidades para la enseñanza de las matemáticas, sin embargo, la incorporación de éstas no garantiza aprendizajes significativos, ya que depende de la manera en que las herramientas sean utilizadas pedagógicamente (Selwyn, 2016). Desde una perspectiva sociocultural, la tecnología puede ser un elemento mediador que favorezca el proceso de construcción de significados cuando el estudiante logra apropiarse de ella durante el proceso de aprendizaje (Rabardel, 1995; Vygotsky, 1978).

En ese sentido, la investigación tiene como objetivo analizar la relación entre la regulación emocional, las representaciones matemáticas que emergen y el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales de 2x2 mediado por un recurso digital en estudiantes de educación media superior.

Perspectivas teóricas

El estudio se fundamenta en tres perspectivas: las representaciones matemáticas, la regulación emocional y la mediación tecnológica. Respecto a las representaciones matemáticas, Duval (1999) sostiene que la comprensión de un objeto matemático requiere la coordinación de distintos registros de representación y la capacidad para hacer conversiones entre ellos. Por otro lado, Sierpinska (2000) propone que la comprensión de los objetos matemáticos puede analizarse a partir de diferentes modos de pensamiento: el sintético geométrico, analítico aritmético y analítico estructural, los cuales permiten interpretar las relaciones entre objetos matemáticos y construir significados.

La mediación tecnológica se aborda desde la teoría sociocultural de Vygotsky (1978), que considera que el aprendizaje ocurre mediante la interacción con herramientas culturales que transforman la habilidad cognitiva y Rabardel (1995) quien explica que un recurso tecnológico se convierte en un instrumento de aprendizaje cuando el estudiante se apropia de él.

Por otro lado, la regulación emocional es definida por Gross y John (2003) como el conjunto de procesos mediante los cuales las personas modifican las emociones que experimentan en el momento en el que aparecen y la forma en la que las expresan. Así mismo, desde una perspectiva humanista, Rogers (1969) plantea que el aprendizaje significativo ocurre cuando el estudiante integra sus experiencias cognitivas y emocionales en un ambiente de empatía, aceptación y confianza. En consecuencia, la regulación emocional no únicamente favorece el control de las emociones, sino el autoconcepto, la autonomía y la disposición para enfrentar retos académicos.

Metodología

La investigación tiene un enfoque mixto con diseño secuencial explicativo, el cual integra procedimientos cuantitativos y cualitativos para comprender de manera más amplia el fenómeno de estudio.

Durante la primera etapa se obtendrán datos cuantitativos en cuanto a la regulación emocional y los conocimientos sobre sistemas de ecuaciones con un pretest, así como las representaciones matemáticas que emergen en un grupo control y uno experimental.

En la segunda etapa se intervendrá en ambos grupos en el desarrollo del tema de sistemas de ecuaciones lineales de 2x2, un grupo de la forma tradicional y el otro con la mediación del recurso digital.

La tercera etapa consiste en la aplicación del postest y la medición de la regulación emocional y las representaciones matemáticas que emergen.

Finalmente, se desarrollará un análisis cualitativo para comprender las experiencias de los estudiantes con el uso del recurso, así como la forma en la que construyen significados mediante distintas representaciones.

Se espera que los resultados contribuyan a comprender cómo interactúa la regulación emocional, las representaciones matemáticas y la mediación tecnológica durante el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales de 2x2, para aportar evidencia que favorezca el diseño de estrategias didácticas integrales que produzcan aprendizajes significativos.

Referencias

Booth, L. (1988). Children's difficulties in beginning algebra. En A. F. Coxford & A. P. Shulte (Eds.), The ideas of algebra, K–12 (pp. 20–32). National Council of Teachers of Mathematics.

Duval, R. (1999). Representation, vision and visualization: Cognitive functions in mathematical thinking. Basic Issues for Learning.

Goldin, G., & Kaput, J. (1996). A joint perspective on the idea of representation in learning and doing mathematics. En L. Steffe et al. (Eds.), Theories of Mathematical Learning (pp. 397–430).

Gross, J., & John, O. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes. Journal of Personality and Social Psychology, 85(2), 348–362.

Kaput, J. J. (1999). Teaching and learning a new algebra. En E. Fennema & T. Romberg (Eds.), Mathematics Classrooms that Promote Understanding. Lawrence Erlbaum.

Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. En D. Grouws (Ed.), Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning (pp. 390–419). Macmillan.

Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies: Une approche cognitive des instruments contemporains. Armand Colin.

Rogers, C. (1969). Freedom to learn. Charles Merrill.

Selwyn, N. (2016). Education and technology: Key issues and debates (2nd ed.). Bloomsbury.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society. Harvard University Press.

Ponencia III-13 | Jueves 15 de octubre de 2026

INNOVACIÓN E INTERVENCIÓN EDUCATIVA MEDIANTE PLATAFORMAS ADAPTATIVAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS: UN ANÁLISIS DESCRIPTIVO EN EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR.

Marco Antonio Valiente Arano, José Roel Ramírez Perales, Valefka Deysaleff Ruiz Rivas,
Centro de Bachillerato Tecnológico, industrial y de servicios No. 7 (CBTis 7),

marco.valiente@cbtis7.edu.mx; jose.ramirez@cbtis7.edu.mx; valefka.ruiz@cbtis7.edu.mx

Área temática: Mesa 5. Innovación e intervención educativa con tecnologías emergentes

Tipo de ponencia: Reporte final de investigación

Palabras clave: aprendizaje adaptativo; engagement; innovación educativa; gestión del cambio; tecnologías emergentes

Resumen

En este estudio se analiza la integración de plataformas de aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas a nivel de Educación Media Superior (EMS) y cómo esta innovación tecnológica impacta el aprendizaje estudiantil, considerando además la gestión del cambio requerida en la institución educativa. Se llevó a cabo una investigación descriptiva con 120 estudiantes de bachillerato que utilizaron una plataforma adaptativa de matemáticas. Se midieron la intensidad de uso de la plataforma, el impacto percibido en el aprendizaje, el engagement en matemáticas y el acompañamiento docente mediante un cuestionario Likert. Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes percibe un impacto positivo en su aprendizaje y un mayor engagement al usar la plataforma, aunque la frecuencia de uso semanal fue moderada. Asimismo, se encontró una variabilidad importante en el acompañamiento docente: aproximadamente un tercio del alumnado reporta poco apoyo del profesor en el uso de la herramienta. Estos hallazgos sugieren que las plataformas adaptativas pueden mejorar la comprensión y motivación en matemáticas, pero su efectividad depende en gran medida de una adecuada intervención docente y de la adopción institucional. Se concluye que la implementación exitosa de tecnologías adaptativas en la educación requiere no solo de la disponibilidad de la herramienta tecnológica, sino también de una gestión del cambio planificada, que incluya la capacitación docente y la integración pedagógica, para consolidar mejoras sostenibles en el aprendizaje.

Introducción

La Educación Media Superior (EMS) enfrenta el desafío de mejorar la enseñanza de las matemáticas mediante enfoques innovadores apoyados en tecnologías emergentes. En este contexto, las plataformas de aprendizaje adaptativo han cobrado relevancia al ofrecer instrucción personalizada mediante inteligencia artificial, ajustando el nivel y ritmo de las actividades según el desempeño del estudiante y proporcionando retroalimentación inmediata (Parra-Rojas, 2023; Quintanar-Casillas & Hernández-López, 2022).

Diversos estudios han documentado los beneficios de estas herramientas. En particular, Estrada 2024) reporta percepciones positivas entre estudiantes de secundaria al valorar la atención individualizada que ofrecen estas plataformas. Investigaciones en Latinoamérica refuerzan estos hallazgos: Cuasapud Morocho y Jaya Vinueza (2025) encontraron mejoras significativas en el rendimiento académico gracias al uso de plataformas basadas en IA, mientras que Buri Espinoza et al. (2025) destacan el incremento en motivación y compromiso cuando se integra gamificación.

No obstante, la tecnología por sí sola no garantiza resultados. La intervención docente y el apoyo institucional son clave para lograr una implementación efectiva (Guevara Gómez et al., 2021; Simbaña Marcatoma et al., 2025). Estudios señalan que cuando los profesores guían activamente el uso de la plataforma y aprovechan los datos que esta genera, se potencian los beneficios educativos (Vaillant et al., 2020). En cambio, la falta de formación o resistencia al cambio puede limitar su impacto (Guevara Gómez et al., 2021).

Este estudio, realizado en el CBTis No. 7 de Reynosa, examina el impacto percibido del uso de una plataforma adaptativa en el aprendizaje de matemáticas y el engagement del alumnado, considerando el rol del acompañamiento docente. La hipótesis sugiere que un uso intensivo de la plataforma, combinado con una orientación adecuada, se asocia con mejoras significativas en ambas dimensiones. Esta investigación busca aportar evidencia situada que oriente a escuelas y docentes en la integración efectiva de tecnologías adaptativas, subrayando la importancia de una adecuada gestión del cambio (Naranjo-Sagñay et al., 2025).

Metodología

Se empleó un diseño no experimental, de tipo descriptivo-correlacional, para analizar la relación entre el uso de la plataforma adaptativa y las percepciones de los estudiantes sobre su aprendizaje. El estudio se llevó a cabo en el Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No. 7 (CBTis 7) de Reynosa, durante el ciclo escolar 2025-2025/1. La población consistió en estudiantes del plantel inscritos en cursos de las asignaturas del área del conocimiento de Pensamiento Matemático que contaban con acceso institucional a una plataforma adaptativa en línea. De esta población se seleccionó una muestra por conveniencia de N= 120 estudiantes, de entre 15 y 18 años de edad, incluyendo ambos sexos y distintos niveles académicos (semestres 1° a 5°). Todos los participantes utilizaron la plataforma adaptativa como apoyo en las asignaturas de Pensamiento Matemático durante al menos un semestre antes de la recolección de datos.

La herramienta tecnológica utilizada fueron las plataformas de aprendizaje adaptativo especializadas en matemáticas Khan Academy y/o ALEKS, las cuales presentan ejercicios personalizados, retroalimentación automática y analíticas de progreso para cada alumno. Alguna de estas plataformas fue incorporada como complemento a las clases regulares: los docentes asignaban actividades en la plataforma y los estudiantes podían acceder tanto en el aula de medios como desde sus hogares. Es importante señalar que no todos los docentes implementaron la plataforma con la misma intensidad o estrategia, lo cual es una variable de interés en este estudio.

Para la recolección de datos, se diseñó y aplicó el Cuestionario sobre Uso e Impacto de Plataformas Adaptativas en Matemáticas (CUIPAM). Este instrumento, de elaboración propia, consta de 14 ítems con escala Likert de 5 puntos (1= Muy bajo/Nunca, 5= Muy alto/Siempre). Los ítems se agrupan en cuatro dimensiones clave relacionadas con la hipótesis del estudio:

Intensidad de uso de la plataforma: mide la frecuencia con que el estudiante utiliza la plataforma (e.g., número de sesiones por semana, constancia en el uso). Un ejemplo de ítem es “Utilizo la plataforma de aprendizaje adaptativo en matemáticas ___ veces por semana”, con opciones desde “nunca” hasta “siempre”.

Impacto percibido en el aprendizaje: evalúa la percepción del alumno sobre cuánto le ha ayudado la plataforma a comprender mejor las matemáticas y mejorar su rendimiento. Ejemplo de ítem: “La plataforma mejora mi comprensión de matemáticas”.

Engagement en matemáticas: se refiere al nivel de interés, motivación y participación activa del estudiante en las actividades de matemáticas, potencialmente influenciado por el uso de la plataforma. Ejemplo de ítem: “Desde que uso la plataforma, me siento más motivado(a) para resolver problemas matemáticos”.

Acompañamiento docente: valora el grado en que el profesor guía y apoya al estudiante en el uso de la plataforma, integrando sus resultados al proceso de enseñanza. Ejemplo de ítem: “El docente me guía y usa mis reportes de la plataforma para apoyarme en clase”.

El CUIPAM para asegurar la relevancia de los ítems, toma como base instrumentos semejantes utilizados en estudios previos sobre plataformas adaptativas (p. ej., se tomaron como referencia cuestionarios de Rendón et al., 2024, y Estrada, 2024). La consistencia interna del cuestionario fue adecuada (α de Cronbach global= 80% aproximadamente, según cálculo posterior a la aplicación, indicando una buena fiabilidad).

La aplicación del cuestionario se realizó durante el semestre, de forma anónima y voluntaria, a través de una encuesta en línea. Se informó a los estudiantes el propósito académico de los datos recopilados y se garantizó la confidencialidad de sus respuestas. Todos los 120 alumnos seleccionados completaron el cuestionario (tasa de respuesta 100%).

Para el análisis de datos, se empleó estadística descriptiva apoyados con la herramienta de hoja de cálculo de Excel. Se calcularon frecuencias y porcentajes para las categorías de cada dimensión, así como medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar) para las puntuaciones Likert de cada escala. Dado el objetivo exploratorio, no se realizaron pruebas inferenciales en esta etapa (por ejemplo, correlaciones o comparaciones de grupos); en cambio, se enfocó en identificar tendencias y patrones en los datos. No obstante, se contrastaron de manera cualitativa los hallazgos descriptivos con la hipótesis propuesta y con evidencia reportada en la literatura (matriz de congruencia).

Vale destacar que, aunque no se llevaron a cabo experimentos controlados, la naturaleza correlacional del diseño permite sugerir asociaciones entre variables. En particular, se buscó observar si aquellos estudiantes con mayor frecuencia de uso de la plataforma y con mayor acompañamiento docente tendían a figurar también entre quienes reportaron niveles más altos de impacto y engagement. Estas relaciones se exploran en la sección de discusión a la luz de los resultados descriptivos.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados principales obtenidos, organizados según las cuatro dimensiones evaluadas. En general, los hallazgos revelan una recepción positiva de la plataforma por parte de los estudiantes en términos de impacto educativo y motivación, aunque con una adopción aún parcial en frecuencia de uso y con diferencias marcadas en el apoyo docente brindado.

Intensidad de uso de la plataforma.

La frecuencia semanal de uso de la plataforma adaptativa por parte de los alumnos fue variable, con una tendencia hacia un uso moderado. Tal como se resume en la Tabla 1, únicamente el 20% de los estudiantes indicó usar “siempre” la plataforma en la semana, y un 30% “casi siempre”. El grupo más numeroso (35%) reportó utilizarla “algunas veces”. Un 15% en total la utiliza rara vez o nunca (10% “casi nunca” y 5% “nunca”). La media de frecuencia se situó en 3.50 puntos (en la escala de 1 a 5), con desviación estándar de 1.09, lo que corresponde aproximadamente a un uso entre “algunas veces” y “casi siempre”. Estos datos sugieren que la integración de la plataforma no fue totalmente constante para todos los alumnos; la mayoría la emplea de manera periódica pero no diaria. Este patrón de adopción parcial es consistente con lo reportado en otros entornos educativos donde la incorporación de herramientas adaptativas es gradual: por ejemplo, Vaillant et al. (2020) encontraron que los docentes de matemática en Uruguay usaban plataformas digitales con una frecuencia moderada, complementando, pero sin reemplazar las prácticas tradicionales, debido a limitaciones de tiempo y necesidad de adaptación metodológica. De igual forma, Gómez et al. (2021) señalan que tras la pandemia las instituciones experimentan un uso intermitente de nuevas plataformas, consolidándose su uso solo de manera paulatina conforme los actores se familiarizan con ellas.

Impacto percibido en el aprendizaje.

Los estudiantes en su mayoría perciben que la plataforma les ha ayudado a mejorar su aprendizaje de matemáticas. La Tabla 2 muestra la distribución de los niveles de impacto percibido: alrededor de dos tercios de la muestra (63.3%) evaluó el impacto como “alto” (48.3%) o “muy alto” (15.0%). Un 28.3% lo consideró “medio” y solo una minoría (8.3%) reportó un impacto “bajo” (ningún estudiante eligió “muy bajo” en este ítem). La media de esta escala fue 3.84 sobre 5 (DE= 0.62), reflejando una valoración generalmente positiva. En otras palabras, la mayoría de los alumnos siente que la plataforma adaptativa contribuyó de forma notable a su comprensión de conceptos y resolución de problemas matemáticos. Este resultado coincide con hallazgos previos: Estrada (2024) en su revisión crítica destacó que las iniciativas de IA educativa suelen generar percepciones favorables de eficacia en los estudiantes, quienes atribuyen a estas herramientas una mejora en su proceso de aprendizaje. De hecho, nuestros datos sugieren que prácticamente ningún alumno percibió resultados negativos o nulos, lo cual es alentador. Al relacionar con la intensidad de uso, se observó que quienes usaban la plataforma con mayor frecuencia tendieron a reportar impactos percibidos más altos, aunque sin un análisis inferencial no se puede afirmar la fuerza de esta asociación. No obstante, la tendencia positiva general apoya la noción de que las plataformas adaptativas pueden

fortalecer el aprendizaje matemático cuando se utilizan de manera regular (Cuasapud Morocho & Jaya Vinueza, 2025).

Engagement en matemáticas.

En línea con lo anterior, se halló un incremento en la motivación e involucramiento de los estudiantes hacia la asignatura de matemáticas, asociado al uso de la plataforma. Según la Tabla 3, más de la mitad de la muestra (55% aproximadamente) manifestó un nivel de engagement “alto” (41.7%) o “muy alto” (13.3%) en clase de matemáticas, mientras que un 33.3% lo ubicó en “medio”. Solo alrededor del 11.7% de los alumnos indicó permanecer con “bajo” engagement y ninguno reportó “muy bajo”. La media de la escala de engagement fue 3.72 (DE= 0.68), lo que sugiere que, en términos generales, los estudiantes se sienten bastante motivados e interesados. Varios alumnos comentaron anecdóticamente que la plataforma hacía las sesiones de estudio “más interactivas y retadoras”, manteniéndolos más atentos en comparación con las clases tradicionales sin esta herramienta. La predominancia de engagement medio a alto concuerda con estudios que documentan mejoras motivacionales al introducir metodologías activas y adaptativas. Por ejemplo, Buri Espinoza et al. (2025) reportaron aumentos sostenidos en la motivación intrínseca de estudiantes de básica cuando se integró gamificación y aprendizaje adaptativo, lo cual se refleja en nuestro contexto a una escala más simple con la sola plataforma adaptativa. De nuevo, los estudiantes que aprovecharon más la plataforma (uso frecuente) suelen ser quienes expresaron mayor gusto por la asignatura, lo cual sugiere que la plataforma pudo actuar como catalizador del interés al proveer experiencias de éxito y retroalimentación personalizada en la resolución de ejercicios. Este resultado es relevante porque indica que las tecnologías adaptativas no solo inciden en el rendimiento cognitivo sino también en aspectos afectivos del aprendizaje, como el compromiso y la actitud hacia la materia (Mancinas-González & Montijo-Mendoza, 2021).

Acompañamiento docente.

Una dimensión donde se observaron contrastes fue en el nivel de apoyo docente percibido durante la implementación de la plataforma. Los estudiantes reportaron experiencias heterogéneas respecto a cómo sus profesores integraron la herramienta al proceso formativo. De acuerdo con los datos de la Tabla 4, aproximadamente 35% del alumnado percibió un acompañamiento “muy bajo” o “bajo” por parte de su docente en el uso de la plataforma (sumando ambas categorías). Otro grupo considerable lo evaluó como “medio” (~30%), mientras que alrededor de un 35% restante sí experimentó un acompañamiento “alto” o “muy alto” (aproximadamente 21.7% alto y 13.3% muy alto, según la tabla). Esta dispersión refleja que no todos los docentes participaron con igual intensidad en la mediación del aprendizaje adaptativo.

En algunos grupos, el profesor monitoreaba los progresos en la plataforma, brindaba orientación personalizada y retroalimentación (por ejemplo, comentando en clase los reportes de la plataforma, resolviendo dudas específicas de ejercicios en línea); en cambio, en otros grupos el uso de la plataforma fue más autónomo por parte del estudiante, con mínima intervención del docente. Cabe mencionar que ningún docente impidió u obstaculizó el uso de la tecnología, pero las diferencias radican en el grado de integración pedagógica. Este hallazgo

resalta la importancia de la gestión del cambio: la variabilidad en la implicación docente probablemente obedece a factores como la familiaridad del profesor con la plataforma, su carga de trabajo y disposición hacia la innovación (Guevara Gómez et al., 2021 identificaron la resistencia al cambio y la falta de tiempo/incentivos como barreras típicas en la adopción tecnológica educativa). Nuestros datos sugieren que donde el acompañamiento fue bajo, los estudiantes a menudo seguían usando la plataforma por iniciativa propia, pero expresaron que "hubiese sido útil más guía" o "no siempre sabía interpretar los reportes sin ayuda". En contraste, en los grupos con alto acompañamiento, los alumnos no solo usaron más la plataforma, sino que también atribuyeron mayor impacto a la misma, lo cual concuerda con la hipótesis inicial. Este resultado es consistente con el reporte de Vaillant et al. (2020), quienes subrayan que la falta de coaching docente puede limitar el alcance del impacto de las plataformas digitales en el aprendizaje. De hecho, en la interpretación global de nuestros resultados, se observó que los más altos niveles de impacto y engagement se registraron típicamente entre aquellos alumnos que también reportaron un fuerte acompañamiento de sus profesores, reforzando la idea de que la tecnología educativa potencia sus beneficios cuando va acompañada de intervención pedagógica.

En síntesis, los resultados descriptivos respaldan parcialmente la hipótesis planteada: se encontraron tendencias donde una mayor intensidad de uso de la plataforma y un mejor acompañamiento docente se asocian con niveles más altos de impacto percibido y engagement en los estudiantes. Si bien no se calcularon coeficientes de correlación en este estudio, la convergencia de evidencias (frecuencias y promedios) sugiere esta relación. No se apreció, por ejemplo, ningún caso de alumno con uso intensivo y buen apoyo docente que reportara bajo impacto o baja motivación; por el contrario, prácticamente todos los que tuvieron experiencias muy positivas con la plataforma contaron con guía frecuente del profesor. Esto proporciona indicios iniciales de la importancia del factor humano-institucional en la innovación tecnológica. En la sección siguiente, se discuten estos hallazgos a la luz de las referencias teóricas y se abordan las implicaciones para la intervención educativa con tecnologías emergentes.

Discusión

Los resultados obtenidos confirman que las plataformas adaptativas pueden representar una estrategia pedagógica eficaz en Educación Media Superior para mejorar el aprendizaje matemático y el engagement estudiantil. Una de las evidencias más significativas es que una alta proporción de alumnos reportó mejoras percibidas en su desempeño y una actitud más positiva hacia las matemáticas al trabajar con plataformas como Khan Academy y ALEKS. Estas percepciones son consistentes con lo reportado en investigaciones recientes, que destacan la efectividad del aprendizaje personalizado y el refuerzo inmediato en el logro de competencias matemáticas (Parra-Rojas, 2023; Estrada, 2024).

Asimismo, el uso de plataformas adaptativas no solo implica mayor rendimiento académico, sino también una transformación en la forma en que los estudiantes interactúan con el contenido. Las actividades adaptadas al ritmo y nivel de cada usuario, sumadas a la retroalimentación inmediata, fomentan una experiencia de aprendizaje más significativa, promoviendo la autonomía y la autorregulación (Buri Espinoza et al., 2025). Este enfoque resulta particularmente valioso en una asignatura como matemáticas, que tradicionalmente

enfrenta altos niveles de desmotivación y ansiedad en el alumnado (Cuasapud Morocho y Jaya Vinueza, 2025).

Sin embargo, un hallazgo central del estudio es que la efectividad de estas plataformas no depende exclusivamente de su diseño tecnológico, sino también del grado de acompañamiento docente. Allí donde los profesores integraron activamente la herramienta en su práctica pedagógica —monitoreando avances, asignando tareas específicas y ofreciendo retroalimentación guiada—, los estudiantes reportaron mayor satisfacción y mejoras más visibles en su comprensión. Esto coincide con lo señalado por Gómez et al. (2021), quienes destacan que la mediación docente es fundamental para convertir la tecnología en una experiencia educativa de calidad.

Por el contrario, en contextos donde el acompañamiento fue débil o esporádico, los beneficios percibidos fueron más limitados. Esta disparidad evidencia que la innovación tecnológica en el aula requiere ir acompañada de una transformación en las prácticas docentes (Quintanar-Casillas y Hernández-López, 2022). No basta con proporcionar acceso a herramientas digitales; se necesita formar a los docentes en su uso pedagógico y crear condiciones institucionales que favorezcan su apropiación efectiva (Simbaña Marcatoma et al., 2025).

La gestión del cambio institucional emerge como un factor decisivo. Para consolidar la integración de plataformas adaptativas se requieren tres líneas de acción complementarias: capacitación docente continua, incentivos para el uso pedagógico de la tecnología y condiciones técnicas adecuadas. La formación debe trascender la operatividad de la plataforma e incluir estrategias didácticas para su incorporación al currículo, como el análisis de reportes personalizados o la planificación de sesiones combinadas (Guevara Gómez et al., 2021).

Además, es necesario institucionalizar el uso de estas plataformas, incluyendo su mención en la planeación docente, promoviendo espacios de colaboración entre profesores, y reconociendo las buenas prácticas mediante figuras como comunidades de aprendizaje o mentorías entre pares. Por último, las instituciones deben garantizar infraestructura básica —acceso a internet, disponibilidad de dispositivos, soporte técnico— para evitar que limitaciones logísticas frenen la innovación (UNESCO, 2024).

Respecto a la intensidad de uso, los datos muestran una adopción parcial aún en proceso de consolidación. Solo una fracción del estudiantado reportó utilizar la plataforma de forma sistemática. Este hallazgo debe leerse como parte natural del proceso de incorporación tecnológica, que suele iniciar con una etapa de uso intermitente o exploratorio antes de alcanzar niveles más integrados (Vaillant et al., 2020). Rendón et al. (2024) señalan que estas fases de apropiación son clave para generar confianza entre los docentes y ajustar progresivamente las estrategias pedagógicas al nuevo recurso.

Desde la perspectiva del estudiante, los altos niveles de engagement reflejan una buena aceptación de estas tecnologías por parte de los jóvenes. Su familiaridad con entornos digitales facilita la interacción con plataformas adaptativas, que ofrecen desafíos progresivos y recompensas inmediatas. Esto puede reducir barreras emocionales como la frustración o la ansiedad y favorecer un aprendizaje más fluido y significativo (Parra-Rojas, 2023).

No obstante, deben señalarse algunas limitaciones del estudio. La investigación se basó en un diseño descriptivo transversal, por lo que no se puede establecer causalidad entre las variables. Además, las mediciones se apoyaron en autoinformes de los estudiantes, lo que introduce un componente subjetivo que podría complementarse en futuras investigaciones con datos objetivos (calificaciones, reportes de la plataforma, etc.). Tampoco se contó con un grupo de control para contrastar resultados.

En futuras investigaciones, sería pertinente incorporar enfoques cuasi-experimentales o análisis correlacionales para determinar con mayor precisión el impacto real del uso de la plataforma en el rendimiento académico. Asimismo, incluir la perspectiva del docente mediante entrevistas o cuestionarios permitiría comprender mejor las barreras que enfrentan y los apoyos que requieren para una implementación exitosa. Finalmente, explorar la combinación de plataformas adaptativas con otras metodologías activas —como clase invertida o aprendizaje colaborativo digital— podría potenciar aún más sus beneficios, como lo sugieren experiencias exitosas en otros contextos (UNESCO, 2024).

Conclusión.

Este estudio aporta evidencia de que la introducción de una plataforma de aprendizaje adaptativo en la educación matemática de nivel medio superior puede generar un impacto positivo significativo en el aprendizaje y la motivación de los estudiantes, alineándose con las tendencias globales de personalización educativa mediante IA. Los alumnos no solo mejoraron su comprensión de los contenidos, según su propia percepción, sino que mostraron mayor interés y entusiasmo por la materia. Sin embargo, dichos beneficios solo se materializan plenamente cuando la innovación tecnológica viene acompañada de una adecuada innovación pedagógica y organizativa. El rol del docente se mantiene central: su guía y apoyo potencian la eficacia de la plataforma, mientras que su ausencia limita los alcances de ésta. Por tanto, la gestión del cambio para integrar tecnologías emergentes en educación debe contemplar al menos tres ejes: capacitación docente, adaptación curricular y soporte institucional. Atendiendo estos aspectos, las plataformas adaptativas pueden convertirse en un aliado poderoso para la innovación educativa, contribuyendo a elevar la calidad y equidad del aprendizaje en áreas tradicionalmente desafiantes como las matemáticas (Simbaña Marcatoma et al., 2025; Naranjo-Sagñay et al., 2025). En suma, la transformación educativa con tecnologías emergentes requiere tanto de algoritmos adaptativos inteligentes como de maestros comprometidos e instituciones visionarias dispuestas a transformar sus prácticas. Solo así lograremos que herramientas como la aquí estudiada pasen de ser una novedad interesante a una mejora sostenida y significativa en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Tablas

Tabla 1. Frecuencia semanal de uso de la plataforma adaptativa (N= 120)

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	6	5.0%
Casi nunca	12	10.0%
Algunas veces	42	35.0%
Casi siempre	36	30.0%
Siempre	24	20.0%

Tabla 2. Niveles de impacto percibido en el aprendizaje matemático (N= 120)

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	10	8.3%
Medio	34	28.3%
Alto	58	48.3%
Muy alto	18	15.0%

Tabla 3. Niveles de engagement estudiantil en matemáticas (N= 120)

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	14	11.7%
Medio	40	33.3%
Alto	50	41.7%
Muy alto	16	13.3%

Tabla 4. *Niveles de acompañamiento docente percibido (N= 120)*

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	20	16.7%
Bajo	22	18.3%
Medio	36	30.0%
Alto	26	21.7%
Muy alto	16	13.3%

Figuras

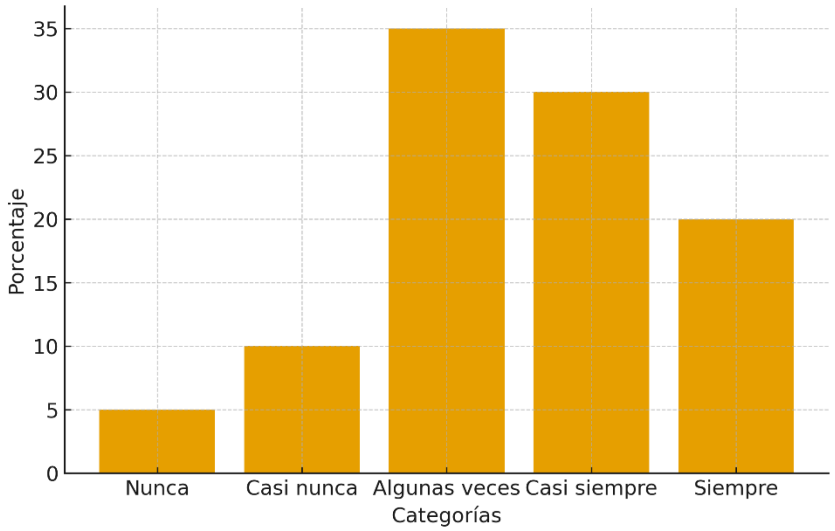


Figura 1. Frecuencia semanal de uso de la plataforma adaptativa.

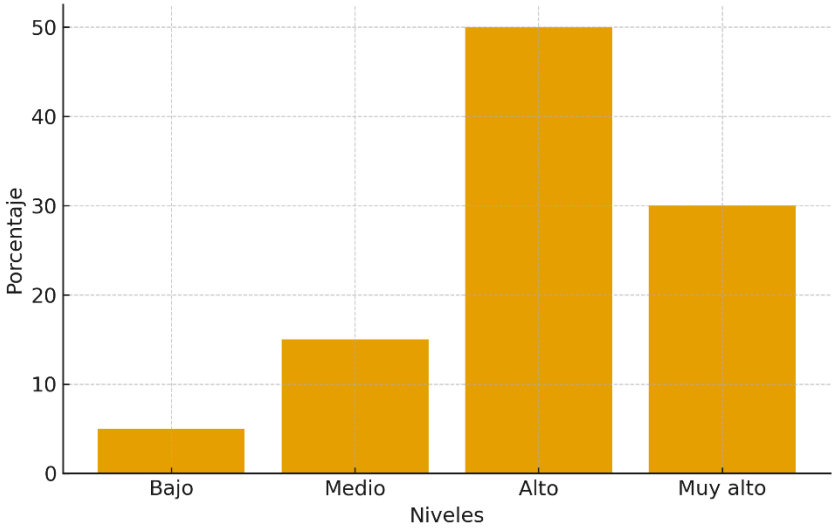


Figura 2. Niveles de impacto percibido en el aprendizaje matemático.

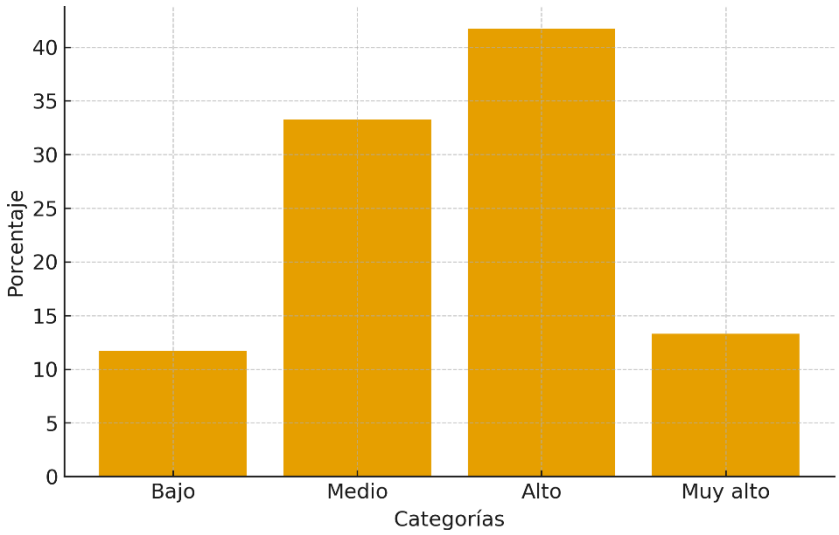


Figura 3. Distribución del engagement estudiantil en matemáticas.

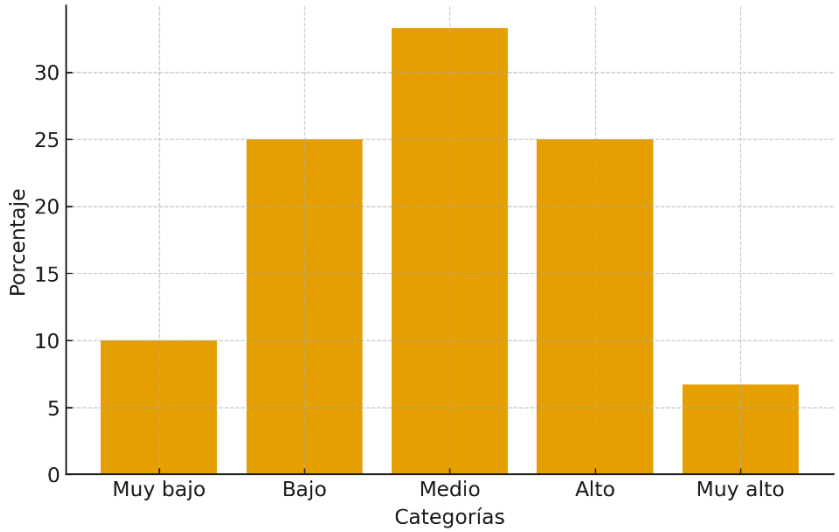


Figura 4. Percepción del acompañamiento docente.

Referencias

Bentancor, G., Velázquez, L., & Noguera-Rosas, P. (2024). Inteligencia artificial para personalizar el aprendizaje de Matemática: una mirada a un curso de ALEKS para docentes de Educación Media de Uruguay. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, (37), 223–236. https://doi.org/10.24215/18509959.37.e22

Buri Espinoza, V. A., Quituisaca Vayancela, S. E., & Otero Mendoza, L. K. (2025). Gamificación y aprendizaje adaptativo en educación básica: impacto en la motivación y el rendimiento académico. Revista Científica Multidisciplinar SAGA, 2(3), 380–389. https://doi.org/10.63415/saga.v2i3.205

Cuasapud Morocho, J. J., & Jaya Vinueza, K. J. (2025). Uso de plataformas de aprendizaje adaptativo basadas en inteligencia artificial para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Conectividad, 7(1). Recuperado de https://revista.ister.edu.ec/ojs/index.php/ISTER/article/view/337

Estrada, L. E. (2024). El impacto de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica secundaria: una revisión crítica (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia). Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86594

Guevara Gómez, H. E., Huarachi Quintanilla, L. A., Lozano Zanelly, G. A., & Valera Osores, J. J. (2021). Gestión del cambio en organizaciones educativas pospandemia. Revista Venezolana de Gerencia, 26(93), 178–191. https://doi.org/10.52080/rvg93.13

Naranjo-Sagñay, W. C., Allán-Baño, G. M., Guillen-Morales, F. H. S., & Vera-Pisco, D. (2025). Desafíos y oportunidades del aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas: revisión y perspectivas. Ingeniar, 8(15), 254. https://doi.org/10.46296/ig.v8i15.0254

Parra-Rojas, B. A. (2023). Metodología de aprendizaje adaptativo en el área de las matemáticas. Revista Docencia Universitaria, 24(2), 31–57. https://doi.org/10.18273/revdu.v24n2-2023003

Quintanar-Casillas, R., & Hernández-López, M. S. (2022). Modelos tecnológicos de aprendizaje adaptativo aplicados a la educación. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 15(1), 41–58. https://doi.org/10.37843/rted.v15i1.308

Rendón, P. S. N., Tumbaco, C. A. A., Pinthsa, P. J. C., & Cango, A. X. D. (2024). Análisis del uso de plataformas digitales en la enseñanza de ecuaciones: estrategias para un aprendizaje matemático más efectivo. Revista Social Fronteriza, 4(3), e43318. https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(3)318

Simbaña Marcatoma, J. C., Naula Pataron, S. M., & Cutiopala Naranjo, F. C. (2025). La transformación digital de la gestión educativa: desafíos y oportunidades para una administración escolar eficiente. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9(4), 6808–6821. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19283

Vaillant, D., Zidán, E. R., & Bentancor Biagas, G. B. (2020). Uso de plataformas y herramientas digitales para la enseñanza de la matemática. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, 28(108), 718–740. https://doi.org/10.1590/s0104-40362020002802241

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2024). Informe de seguimiento de la educación en el mundo 2023: Tecnología en la educación: ¿una herramienta en los términos de quién? UNESCO. https://doi.org/10.54676/NEDS2300

IV. Modelación

Ponencias simultáneas

Ponencia IV-11 | Jueves 15 de octubre de 2026

UNA PROPUESTA DEL USO DE LA SIMULACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE LAS PRUEBAS DE HIPÓTESIS EN EL NIVEL SUPERIOR

Segundo Rosas Jovan Israel, Silvestre Castro Eleazar

Universidad de Sonora, México

jovan.segundo@unison.mx, eleazar.silvestre@unison.mx

Nivel superior. Estadística.

Palabras clave: Pruebas de hipótesis, inferencia estadística informal, simulación de muestreo repetido.

A lo largo de las prácticas de los docentes se ha constatado que la prueba de hipótesis (PH) es un tema de Inferencia Estadística que los estudiantes encuentran muy difícil de entender. Este tema, además de ser fundamental en cualquier área profesional, suele resultar complejo, en gran medida porque para comprenderlo no basta con dominar procedimientos técnicos, sino que es necesario haber construido previamente una serie de ideas clave como la aleatoriedad, el proceso de muestreo y la teoría de probabilidad.

Por otro lado, diversas publicaciones han mencionado errores y dificultades que presentan los estudiantes al momento de resolver una PH (Vallecillos, 1994; Vera et al., 2011; Case y Jacobbe, 2018; por mencionar algunos), lo que, en consecuencia, nos hace considerar que hacen falta propuestas de diseños didácticos que puedan abonar al acercamiento de la solución del problema.

Sabemos que el diseño de tareas de aprendizaje es un desafío constante en el quehacer del profesor de estadística, por lo que en este trabajo se presenta una primera versión de una propuesta de diseño de tareas destinadas al aprendizaje de las PH para medias con muestras no pequeñas, para estudiantes de nivel superior en las áreas de ciencias económicas y administrativas, siendo una de las áreas que requiere de tal conocimiento. El diseño está basado en el enfoque de la inferencia estadística informal (IEI) que autores como Rossman (2008), Batanero y Díaz (2015), van Dijke-Droogers et al. (2019) y Silvestre et al. (2024), han sugerido como base cognitiva sólida para tal diseño.

Dado el marco conceptual utilizado para este trabajo, para el diseño de las tareas se consideraron contextos del área académica mencionada y basados en datos reales, donde se solicita a los estudiantes realizar PH partiendo de la lógica de las pruebas de significación de Fisher (Batanero y Díaz, 2015) como configuración epistémica sugerida si se diseña desde el enfoque IEI. Al momento de realizar la prueba, desde el contexto se plantea una hipótesis nula () y se invita a los estudiantes a suponer que dicha hipótesis es verdadera para así buscar suficiente evidencia, mediante un proceso de muestreo repetido a través de la simulación computacional, para poder rechazarla; esto a través de un applet llamado “One variable with sampling” (enlace:

https://www.rossmanchance.com/applets/2021/sampling/OneSample.html?population=model) de la colección de applets del sitio web de Rossman y Chance. En el caso de no encontrar dicha evidencia, no se podría rechazar (ver Figura 1).$H_0$$H_0$

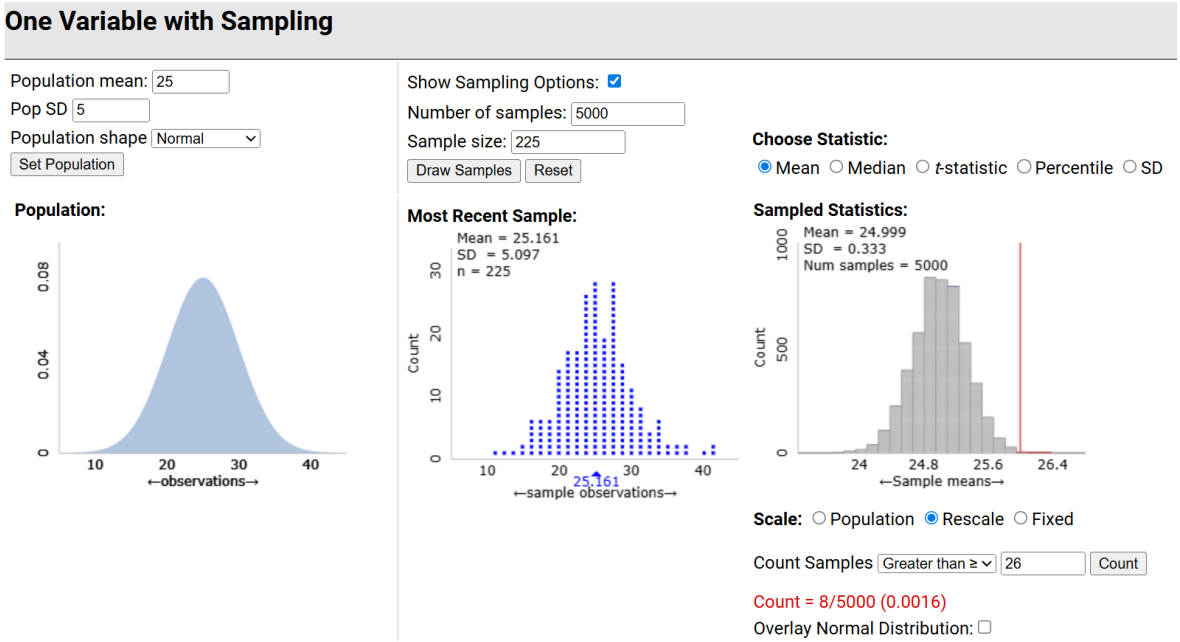


Figura 1: Uso del simulador "One variable with sampling".

Mediante la simulación los estudiantes construyen una distribución muestral empírica simulada (DMES) que utilizan como modelo de probabilidad y por medio de la cual se obtiene un proto valor-p que podrá ser utilizado como evidencia para poder rechazar a o no.H_0

Además, dichas tareas proponen la articulación de las distintas componentes de la PH (Rossman, 2008; Batanero y Díaz, 2015) como suponer distinta media muestral, distinta desviación estándar muestral, distinto tamaño de muestra e incluso distinto nivel de significación como un componente adicional a la prueba de significación dado que tiene su origen en los contrastes de hipótesis de Neyman y Pearson (Batanero, 2000; Batanero y Díaz, 2015); con la finalidad de identificar cómo cambia el resultado de la prueba y a la DMES, y a su vez, no se sienta como un procedimiento totalmente mecánico.

Estas tareas fueron implementadas parcialmente ante un grupo de estudiantes de la Licenciatura en Administración de Empresas. Si bien, se observó que persisten los mismos errores y dificultades ampliamente mencionadas en la literatura, también se identificaron aspectos que consideramos que abonan al aprendizaje de la lógica de las PH.

Referencias

Batanero, C. y Díaz, C. (2015). Aproximación informal al contraste de hipótesis. II Jornadas Virtuales de Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y la Combinatoria. Granada: SEIEM.

Case, C., y Jacobbe, T. (2018). A framework to characterize student difficulties in learning inference from a simulation-based approach. Statistics education research journal, 17(2), 9–29. https://doi.org/10.52041/serj.v17i2.156

Rossman, A. (2008). Reasoning about informal statistical inference: One statistician's view. Statistics education research journal, 7(2), 5–19. https://doi.org/10.52041/serj.v7i2.467

Silvestre, E., Armenta, M. e Inzunza, S. (2024). Diseño y Evaluación de una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje orientada a introducir la Prueba de Hipótesis desde un Acercamiento Informal. Bolema: Boletim de Educação Matemática.

Vallecillos, A. (1994). Estudio teórico-experimental de errores y concepciones sobre el contraste estadístico de hipótesis en estudiantes universitarios [Tesis de Doctorado, Universidad de Granada].

van Dijke-Droogers, M., Drijvers, P., y Bakker, A. (2019). Repeated sampling with a black box to make informal statistical inference accessible. Mathematical Thinking and Learning, 22(2), 116–138. https://doi.org/10.1080/10986065.2019.1617025

Vera, O., Díaz, C. y Batanero, C. (2011). Dificultades en la formulación de hipótesis estadísticas por estudiantes de Psicología. Unión, 27, 41-61.

Ponencia IV-12 | Jueves 15 de octubre de 2026

RUTAS DE SOLUCIÓN ASOCIADAS A CICLOS DE MODELACIÓN EN MEAS DEL TIPO MANIPULABLES FÍSICOS

Morales Mercado Erik, Romero Félix César Fabián, Zaldívar Rojas José David
Universidad de Sonora, Universidad de Sonora, Universidad Autónoma de Coahuila

erik.morales@unison.mx, cesar.romero@unison.mx, david.zaldivar@uadec.edu.mx

Nivel educativo: bachillerato. Categoría: Modelación

Palabras clave: Model-Eliciting Activities, experimentación, bachillerato, ciclo de modelación, transversalidad

Los Model-Eliciting Activities (MEA) constituyen actividades didácticas que favorece la construcción de modelos matemáticos en contextos significativos. El MEA del concurso de cohetes puede considerarse una actividad reforzadora e integradora dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje del cálculo diferencial. Se trata de un reforzador porque los estudiantes ya poseen conocimientos previos acerca de la derivada y su interpretación como tasa de cambio instantánea, los cuales son recuperados y puestos en práctica para resolver una situación contextualizada. Asimismo, constituye un MEA integrador debido a que articula diferentes contenidos matemáticos, tecnológicos y científicos dentro de una misma experiencia de modelación.

La situación planteada demanda que los estudiantes analicen experimentalmente el movimiento de un cohete, obtengan datos de altura en función del tiempo y construyan una variación cuadrática que represente la trayectoria observada. A partir de este modelo, deben interpretar el comportamiento de la función, justificar la pertinencia del ajuste realizado y emplear herramientas matemáticas para determinar la altura máxima alcanzada.

En términos conceptuales, la actividad implica comprender que la altura máxima del cohete puede analizarse al determinar el vértice o a través de la derivada de la función cuadrática. De esta manera, los estudiantes relacionan los aspectos algebraicos, gráficos y físicos del fenómeno, fortaleciendo la conexión entre las matemáticas escolares y una situación experimental concreta.

Rutas de solución observadas

El análisis de las estrategias desarrolladas por los estudiantes permitió identificar dos rutas de solución principales para determinar la altura máxima del cohete.

Ruta 1: Determinación de la altura máxima mediante la derivada de la variación cuadrática

La primera ruta estuvo conformada por los siguientes pasos:

Registrar en video el lanzamiento del cohete para disponer de un registro detallado del movimiento.

Procesar el video mediante el software Tracker y obtener una tabla de datos que relacione altura y tiempo.

Importar los datos a Excel o GeoGebra y realizar un ajuste polinómico de grado dos para obtener una función cuadrática que modele la trayectoria.

Calcular la derivada de la función obtenida e interpretarla como la velocidad vertical del cohete.

Igualar la derivada a cero para determinar el instante en que la velocidad es nula.

Sustituir dicho valor en la función de altura para calcular la altura máxima alcanzada.

Ciclo de modelación asociado a la Ruta 1

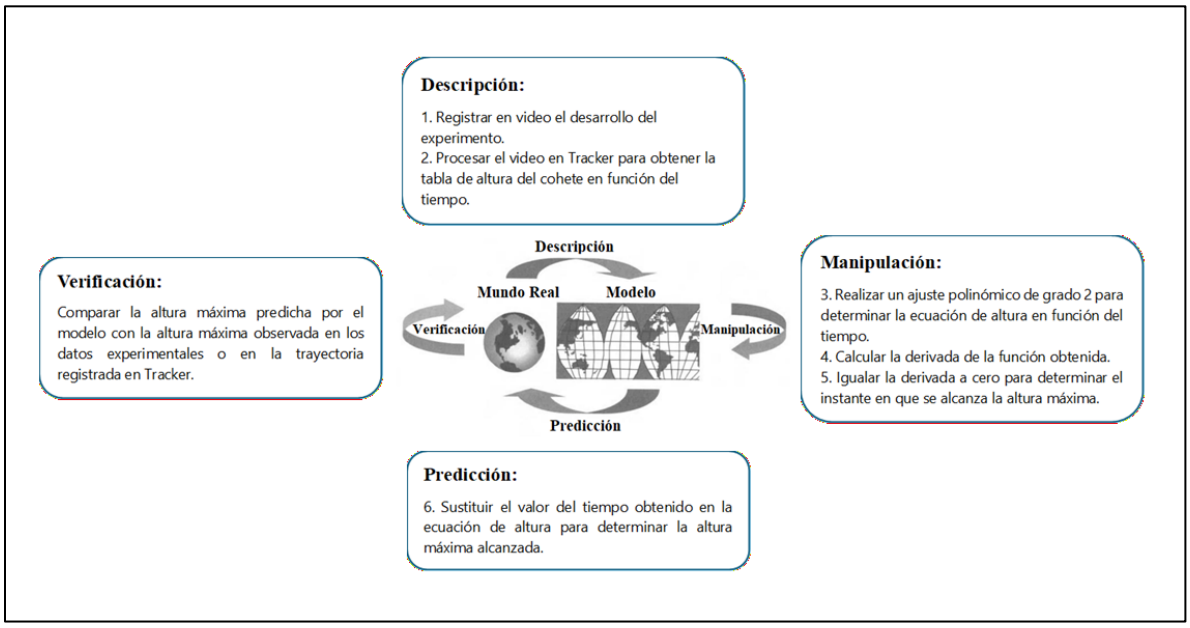


Figura 1. Ciclo de modelación asociado a la Ruta de solución 1

Ruta 2: Determinación de la altura máxima mediante el cálculo del vértice de la parábola

La segunda ruta observada también inicia con la recopilación y procesamiento de datos experimentales. Sus pasos principales fueron:

1. Registrar en video el lanzamiento del cohete.
2. Procesar el video en Tracker para obtener la tabla de datos de altura en función del tiempo.
3. Realizar un ajuste polinómico de grado dos utilizando Excel o GeoGebra para modelar la trayectoria.
4. Determinar el vértice de la parábola y utilizar su ordenada como altura máxima del cohete.

Ciclo de modelación asociado a la Ruta 2

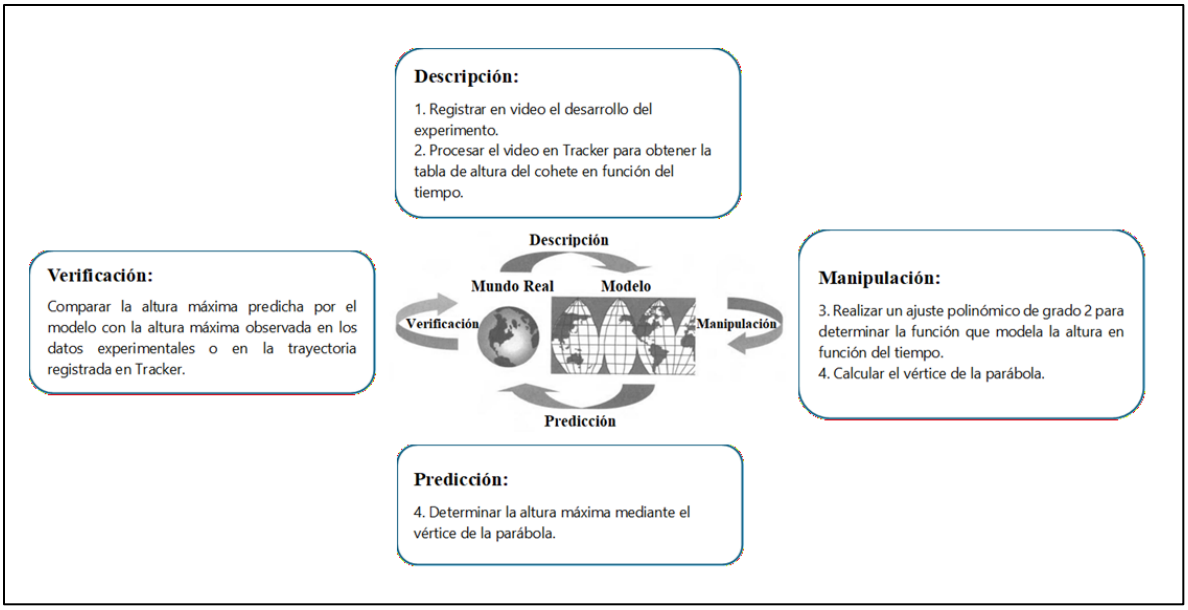


Figura 2. Ciclo de modelación asociado a la Ruta de solución 2

Conclusiones

La MEA del concurso de cohetes constituye una actividad para el aprendizaje de la derivada en contextos de modelación matemática. Su carácter reforzador e integrador permite que los estudiantes movilicen conocimientos previos sobre funciones cuadráticas, ajuste de datos, representación gráfica, interpretación de fenómenos físicos y cálculo diferencial dentro de una misma situación problemática.

Las dos rutas de solución identificadas muestran diferentes formas de abordar la determinación de la altura máxima del cohete. No obstante, la Ruta 1 y el Modelo A resultan más consistentes con los objetivos didácticos de la actividad, ya que promueven el uso de la primera derivada como herramienta para el análisis de la variación y la identificación de puntos críticos. De esta manera, los estudiantes obtienen una respuesta correcta y desarrollan una comprensión más significativa de la relación entre la derivada, la velocidad y los procesos de cambio presentes en fenómenos reales.

En consecuencia, el concurso de cohetes representa una experiencia para fortalecer el pensamiento variacional y la comprensión de la derivada, favoreciendo el tránsito desde procedimientos algebraicos aislados hacia una interpretación funcional y contextualizada de los conceptos matemáticos involucrados.

Referencias:

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. En R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching (pp. 3–33). Lawrence Erlbaum Associates.

VIERNES 16 DE OCTUBRE DE 2026

I. Experiencias Docentes

Ponencias simultáneas

Ponencia I-14 | Viernes 16 de octubre de 2026

PLATAFORMAS EDUCATIVAS COMO APOYO EN TEMAS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DIFERENCIAL

Campos Hernández Alicia, Trejo Seráfico Carlos Alberto, Carreon Silva Luis Miguel, Vidal Sánchez Yunuen

Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro, Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha; México

acampos@itspa.edu.mx , ctrejo@itspa.edu.mx , lcarreon@itspa.edu.mx
yunuen.vs@purhepecha.tecnm.mx

Nivel educativo: Superior

Categoría: Experiencia docente

Palabras Clave: Plataforma Educaplay, Cálculo diferencial, Gamificación.

Resumen:

Los alumnos de nuevo ingreso al nivel superior presentan un gran apego a los celulares, por lo que se convierte en un distractor. Actualmente, el paso de la pandemia en el medio educativo se manifiesta por la falta de algunos conocimientos básicos de los niveles de primaria y secundaria. En lugar de presentar un enfrentamiento docente contra el celular, adecuemos su uso y, mediante plataformas educativas como Educaplay, plataformas de este tipo se proponen para realizar una evaluación no formal y comprobar la comprensión del tema o como un refuerzo.

Desde la planeación y la secuencia didáctica, las actividades propuestas por el docente, de acuerdo con el nivel académico, los alumnos las consideran tediosas e incomprensibles, pero, sobre todo, pierden interés en la clase cada cierto tiempo (Martínez, 2025); recuperar su interés en la clase es primordial.

Esta investigación plantea el uso de la plataforma educativa Educaplay basada en gamificación, que, como sabemos, es una técnica que consiste en la aplicación de elementos y mecánicas propias de juegos; al aplicarla a la educación, tiene como finalidad motivar y mejorar los resultados en el estudiante. Durante la clase, sin definir en qué momento será utilizada para dar un descanso, de tal forma que se retomen mediante el juego temas básicos de la asignatura de cálculo diferencial. Esta asignatura requiere conocimientos previos de aritmética y álgebra básica; por lo tanto, Educaplay es óptima para reforzar estos conocimientos.

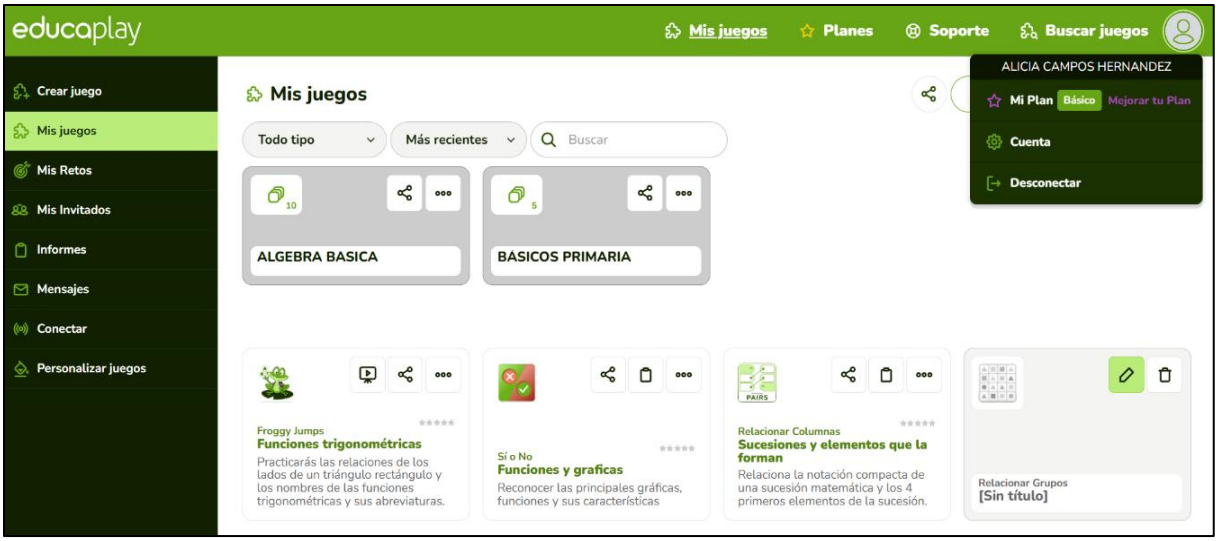


Figura 1. Muestra las diferentes actividades que se han desarrollado para activar al estudiante y reforzar temas.

Las actividades propuestas en la plataforma son realizadas considerando un análisis de los cursos anteriores y, de acuerdo con los errores observados en exámenes y tareas, se plantea una actividad. Recordemos que podemos usar la plataforma Educaplay de forma gratuita; presenta una gran variedad de formatos para las actividades. Donde podemos hacer uso de juegos de otros autores o de los que nosotros diseñamos de acuerdo con las necesidades del grupo.

Una vez que se ha seleccionado la actividad, se comparte con los estudiantes, los cuales pueden jugar y aprender, pero justo lo que necesita el docente. Dependiendo de la actividad, se puede tener información del participante. Existe el reto del juego, que por lo general es hacerlo en el menor tiempo posible y obtener la mejor puntuación (aciertos), lo que hace que quiera hacerlo nuevamente.

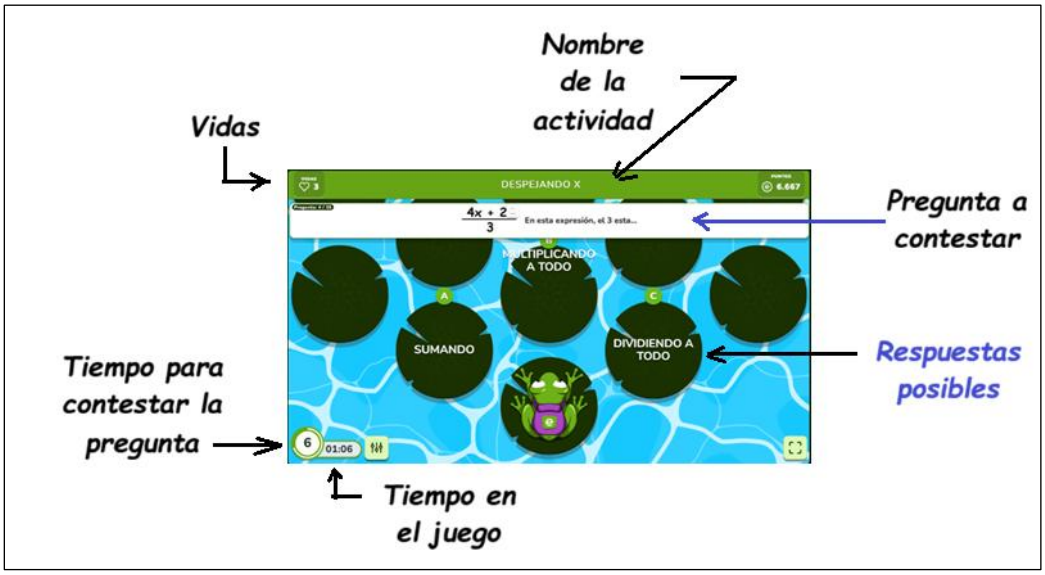


Figura 2. Cuando participan los alumnos en su pantalla tienen información del juego

Al finalizar, los alumnos obtienen su calificación, que muchas veces ellos comparan y regresan a tratar de conseguir una mejor puntuación y un mejor tiempo. Este registro también lo recibe el docente y podemos ver su avance y del mismo modo plantear nuevos retos.



Figura 3. Evaluación del participante

Después de un receso en la clase (5 minutos) para hacer la actividad, se retoma el tema de la materia. El alumno se activa. Por lo general, se ve motivado para seguir. Otra situación es que preguntan el porqué de sus errores en el juego, sin pena porque no lo consideran clase; es juego.

Esta actividad puede ser de gran ayuda para recuperar temas que no fueron analizados profundamente en la pandemia, liberar el estrés de la clase y el miedo a intentar una solución para posteriormente preguntar: ¿Por qué no está bien?

Referencias:

Torres-Toukoumidis, A., y Romero-Rodríguez, L. M. (2018). La gamificación en el contexto educativo: Una revisión sistemática sobre sus componentes y potencial pedagógico. Contextos Educativos. Revista de Educación, (22), 165-178. https://doi.org/10.18172/con.3317

Jiménez-Hernández, D., González-Calero, J. A., y Cózar-Gutiérrez, R. (2020). Gamificación en el aula de matemáticas: Un análisis de su impacto en el rendimiento y la motivación del alumnado. Revista de Educación, (389), 83-107. https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2020-389-459

Prieto-Andreu, J. M. (2020). Una revisión sistemática sobre gamificación, motivación y rendimiento académico en entornos educativos interactivos. AIMS Electronic Journal of Education, 5(1), 31-48. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7538942

Martínez, J. L. (2025). Los distractores en el aula como obstáculo para el rendimiento académico: El reto de la atención sostenida en la era digital. Revista de Formación Estratégica, 12(2), 45-63.

Ponencia I-15 | Viernes 16 de octubre de 2026

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS MEDIADAS POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA PARA EL DISEÑO DE EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE EN PROFESORES DE MATEMÁTICAS

Flores Sandoval Isamar; Mendoza Sandoval Esteban y Adame Zambrano Tania de Jesús
Universidad Autónoma de Guerrero, Guerrero, México

isamarfloressandoval@gmail.com; emendoza@uagro.mx; 17021@uagro.mx

Nivel educativo: Educación superior. Categoría: Reporte de investigación. Campo de investigación: Tecnologías de la Información y Comunicación

Palabras clave: Educación matemática, educación superior, estrategias didácticas e inteligencia artificial generativa.

Introducción

El uso de la Inteligencia Artificial (IA), particularmente la Inteligencia Artificial Generativa (IAG), ha tenido impactos positivos en distintas áreas del conocimiento (Díaz, 2023). En el contexto educativo su incorporación se considera una herramienta que tiene el potencial de transformar la educación y se percibe como un factor de transformación en las carreras y áreas de conocimiento (Bolaño-García y Duarte-Acosta, 2023; SEP, 2025). Entre las herramientas disponibles destacan ChatGPT, Claude, Gemini, Copilot y otros modelos de lenguaje, los cuales permiten generar materiales didácticos, retroalimentación personalizada y recursos de apoyo para la enseñanza.

No obstante, el uso de la IAG también ha evidenciado desafíos en la práctica educativa. La Encuesta Nacional sobre Usos y Percepciones de la IAG en la Educación Superior (SEP, 2025) reporta que más del 60% de estudiantes y docentes utilizan estas herramientas de forma cotidiana, y que, el 73% de los docentes y el 69% de los estudiantes perciben mejoras en su desempeño académico. Sin embargo, el estudio también señala que el 75% de docentes y estudiantes desconocen normativas institucionales para su uso, lo que refleja la necesidad de fortalecer tanto lineamientos institucionales como la formación docente para favorecer una integración pedagógica pertinente.

En este contexto, la incorporación de la IAG en la educación superior requiere que el profesorado no solo desarrolle conocimientos tecnológicos, sino también estrategias didácticas que le permitan diseñar experiencias de aprendizaje acorde con las necesidades de los estudiantes. En este sentido, el objetivo del presente trabajo es diseñar e implementar estrategias didácticas mediadas por inteligencia artificial generativa para fortalecer el diseño de experiencias de aprendizaje de profesores de matemáticas.

Fundamentos teóricos

Estrategias didácticas y técnicas

En el contexto de la planificación didáctica las estrategias y técnicas son términos que representan distintos niveles. De acuerdo con Tobón (2010) las estrategias son “un conjunto de acciones que se proyectan y se ponen en marcha de forma ordenada para alcanzar un determinado propósito” (p. 246). Las estrategias son los medios y los recursos que se ajustan para lograr aprendizajes significativos (Díaz-Barriga y Hernández-Rojas, 2010). En cambio, una técnica incide en un sector específico o en una fase del curso o tema que se imparte (Suárez et al., 2022). Las estrategias responden a un plan general para alcanzar una meta de aprendizaje y las técnicas a aquellos procedimientos específicos que se emplean para operacionalizar una estrategia.

Inteligencia artificial generativa

La IA es una disciplina científica enfocada en el desarrollo de sistemas especializados para simular y ejecutar tareas que requieren la parte humana, como el aprendizaje, las cuestiones del razonamiento, el pensamiento crítico y la toma de decisiones (Russell y Norvig, 2021). Dentro de este campo se desprende la IAG, que es “una tecnología de inteligencia artificial que genera contenidos de forma automática en respuesta a instrucciones escritas en interfaces conversacionales de lenguaje natural” (Miao y Holmes, 2024, p. 8).

Modelo 5E

El modelo instruccional 5E es una secuencia didáctica con un enfoque constructivista que permite organizar el aprendizaje en cinco fases: 1) enganche, 2) exploración, 3) explicación, 4) elaboración y 5) evaluación. Su propósito es favorecer la construcción del conocimiento mediante estrategias didácticas como la activación de conocimientos previos, la indagación, la aplicación y la valoración del aprendizaje (Bybee et al., 2006).

Metodología

La investigación adopta un enfoque cualitativo (Cohen et al., 2018) mediante un estudio de caso (Stake, 2005), ya que busca comprender a profundidad cómo profesores de matemáticas incorporan estrategias didácticas mediadas por IAG.

En la investigación participarán 10 profesores de matemáticas inscritos en la Maestría en Docencia de las Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero, seleccionados mediante un muestreo intencional. Los criterios de inclusión serán: a) desempeñarse como profesores de matemáticas, b) participar voluntariamente en las cinco sesiones del taller y c) entregar las actividades y productos solicitados durante la intervención.

La información se obtendrá mediante la implementación de un taller con base en el modelo 5E, estructurado en cinco sesiones de dos horas cada una. Como fuentes de información se considerarán los productos elaborados por los participantes, los registros de interacción con herramientas de IA y una entrevista semiestructurada al finalizar la intervención.

En la Tabla 1 muestra la relación entre las fases del modelo 5E, la estrategia didáctica a desarrollar, la técnica a implementar y las herramientas de IAG a usar en las sesiones.

Tabla 1. Planeación de las sesiones del taller con base en el modelo 5E.

Fases del modelo	Estrategia didáctica	Técnica	Herramientas de IAG
Enganche	Activación de conocimientos previos	Preguntas detonadoras	ChatGPT Gemini
Explorar	Analizar recursos existentes	Resolución colaborativa	NotebookLM Perplexity
Explicar	Discusión guiada	Argumentación	Claude ChatGPT
Elaborar	Aplicación y transferencia	Creación de recursos	Gamma Canva AI
Evaluar	Evaluación formativa	Autoevaluación y coevaluación	ChatGPT Quizizz AI

Resultados esperados

Se espera identificar cambios en el diseño de experiencias de aprendizaje, el tipo de estrategias construidas por los participantes, la integración pedagógica de herramientas de IAG y las percepciones de los profesores respecto a su utilidad para la enseñanza de las matemáticas.

Referencias

Bolaño-García, M., & Duarte-Acosta, N. (2023). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. Revista Colombiana de Cirugía, 39, 51–63. https://doi.org/10.30944/20117582.2365

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications. BSCS.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). Research methods in education (8th ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315456539

Díaz, J. (2023). La realidad de la inteligencia artificial en salud. Universidad Autónoma de Madrid. https://www.iic.uam.es/lasalud/realidad-inteligencia-artificial-salud/

Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista (3.ª ed.). McGraw-Hill.

Miao, F., & Holmes, W. (2024). Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389227

Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach (4th ed.). Pearson.

Secretaría de Educación Pública. (2025). Usos y percepciones sobre la inteligencia artificial generativa en la educación superior mexicana: Encuesta Nacional ENIAG 2025. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1071411/Dossier_Resultados_ENIAG2025_SEP_.pdf

Stake, R. E. (2005). Qualitative case studies. En N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), The Sage handbook of qualitative research (3rd ed., pp. 443–466). Sage Publications.

Suárez, G. E. F., Suárez, G. E. M., & Alcívar Fajardo, O. D. (2022). Las técnicas didácticas y su articulación en el diseño de metodologías activas: Consideraciones necesarias. Revista Universidad y Sociedad, 14(3), 409–416.

Tobón, S. (2010). Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. ECOE Ediciones.

Ponencia I-16 | Viernes 16 de octubre de 2026

GEOGEBRA COMO UNA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA APOYAR LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Londoño Millán Noelia, Kakes Cruz Alibeit

Universidad Autónoma de Coahuila. México.

noelialondono@uadec.edu.mx akakes@uadec.edu.mx

Nivel superior. Tecnologías de la Información y Comunicación

Palabras clave: Tecnología educativa, GeoGebra, recursos didácticos, diversificación del aprendizaje

Resumen

Incorporar software educativo en la enseñanza de las matemáticas ha cambiado la forma en que docentes y estudiantes interactúan con esta disciplina. En lugar de limitarse a resolver ejercicios de manera tradicional, herramientas como GeoGebra permiten explorar conceptos matemáticos de forma visual e interactiva, facilitando la comprensión de temas que suelen resultar complejos, como la geometría, el álgebra o el cálculo. Al manipular figuras, modificar valores y observar los cambios en tiempo real, los estudiantes pueden descubrir relaciones matemáticas por sí mismos, lo que despierta su curiosidad y fortalece su aprendizaje.

Desde la aparición de los programas de geometría dinámica, tanto comerciales como de acceso libre, es innegable que la enseñanza de esta rama de las matemáticas se ha visto favorecida en diversos aspectos. En particular, en esta ponencia se describen algunas herramientas que ofrece GeoGebra para el estudio de la geometría, que se han puesto en práctica en los últimos tiempos con alumnos universitarios de primer año de la carrera de matemáticas aplicadas. Es basta la experiencia que se tiene, esta va desde la construcción de libros, diseño de applets, diseño de diversos materiales didácticos.

Desde su creación GeoGebra se ha constituido en una herramienta didáctica y son varios los autores (García e Izquierdo, 2017; Pérez et al., 2021; Morel et al., 2024; Fernández et al 2024) que coinciden en afirmar que el docente debería integrarla en el aula ya que utilizada de manera apropiada favorece la comprensión de conceptos matemáticos, ayuda para incrementar la motivación de los estudiantes, favorece el desarrollo de varias habilidades del pensamiento matemático, así como también facilita el trabajo del docente.

A continuación, voy a exponer algunos elementos que se han considerado como piezas claves en el uso de GeoGebra. En primer lugar, se destaca la visualización, que constituye un elemento fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Si bien es posible construir diversos objetos geométricos mediante lápiz y papel, GeoGebra permite generar de manera dinámica múltiples construcciones de un mismo objeto geométrico, facilitando la exploración de sus propiedades y relaciones a través de la manipulación de algunos elementos como puntos, segmentos, deslizadores, parámetros etc. Esta posibilidad representa un importante apoyo didáctico, ya que favorece una comprensión más profunda de los conceptos geométricos y promueve un aprendizaje basado en la experimentación y el análisis.

Como ejemplo puedo citar específicamente la construcción del lugar geométrico denominado rosa de n pétalos, para la visualización de sus propiedades como intersecciones, simetría, extensión del lugar geométrico, cálculo de coordenadas, construcción de la gráfica (Lehmann, 2009), se puede incorporar y apoyar con las herramientas de GeoGebra así: por ejemplo, si el interés es analizar la curva se construye un plano polar dinámico y dos deslizadores y . Al modificar el ángulo entre se obtienen valores para r, que dependen de los valores dados a los deslizadores , y del ángulo. Como se muestra en la figura 1. $r = \mathrm{acos}(b\theta)\ ab\theta 0 \leq \theta \leq 360°ab$

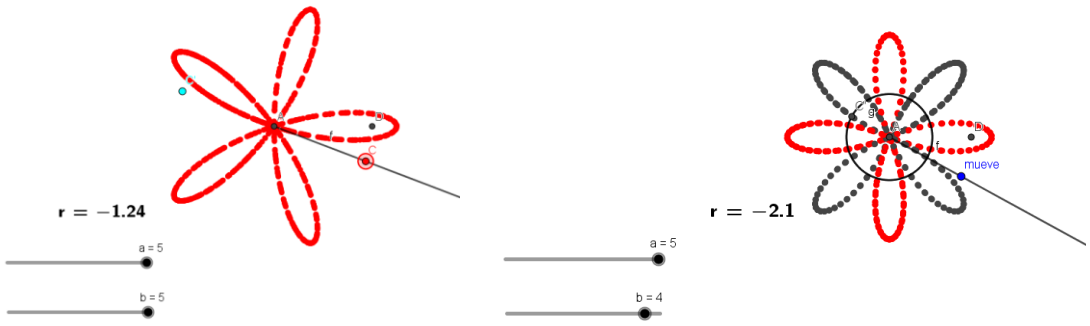


Figura 1. Rosa con 5 pétalos (izquierda) y rosa de 8 pétalos (derecha)$r = acos(b\theta)$

Desde la construcción con GeoGebra es posible revisar y explicar de manera más profunda algunas dudas, por ejemplo, ¿por qué cuando es impar la cantidad de pétalos son los representados por este parámetro, mientras que si es par el número de pétalos se duplica? También se puede analizar las simetrías tanto central (respecto al polo) como axial (respecto al eje polar); así como también para rectas específicas representadas por los ángulos . $b\ b\theta = 90°, \theta = 45°, \theta = -45°$

Otro aspecto que me interesa mostrar es el hecho de concebir GeoGebra como un recurso para el aprendizaje activo y el descubrimiento matemático. Es posible mediante el planteamiento de actividades de exploración como en un laboratorio, que los alumnos experimenten, verifiquen resultados y sean capaces de formular hipótesis. Esta opción bien pudiera enmarcarse en la metodología de aprendizaje basado en la indagación o aprendizaje por descubrimiento.

Los alumnos construyen siguen las siguientes instrucciones en una hoja de trabajo, donde se indica que construyan un archivo en GeoGebra con los siguientes pasos:

- Construye una recta horizontal fija, , nómbrala directriz1$y = -1$
- Traza la recta vertical $x = -1$
- Ubica un punto en la recta nómbralo foco1.$x = -1,$
- Usa la herramienta para construir una parábola, trázala usando
- la directriz1 y el punto foco1. Haz un dibujo de la curva obtenida.
- Mueve el punto foco1, observa la gráfica y la ecuación ordinaria y responde las siguientes preguntas:

En esta actividad los alumnos analizaron cómo se puede generar una familia de parábolas a partir de realizar los movimientos del punto llamado foco, la idea de esta actividad es que los alumnos a

partir de la exploración sean capaces de encontrar la ecuación de la cónica que tiene la recta directrizy la abscisa del foco también fija. Este no es una tarea tradicional, ni se trata de aplicar alguna fórmula o algoritmo, consistió en encontrar una conjetura que permita representar todas las parábolas posibles que cumplan esta condición. Varios de los resultados se pueden ver en la figura 2. $y = -1$

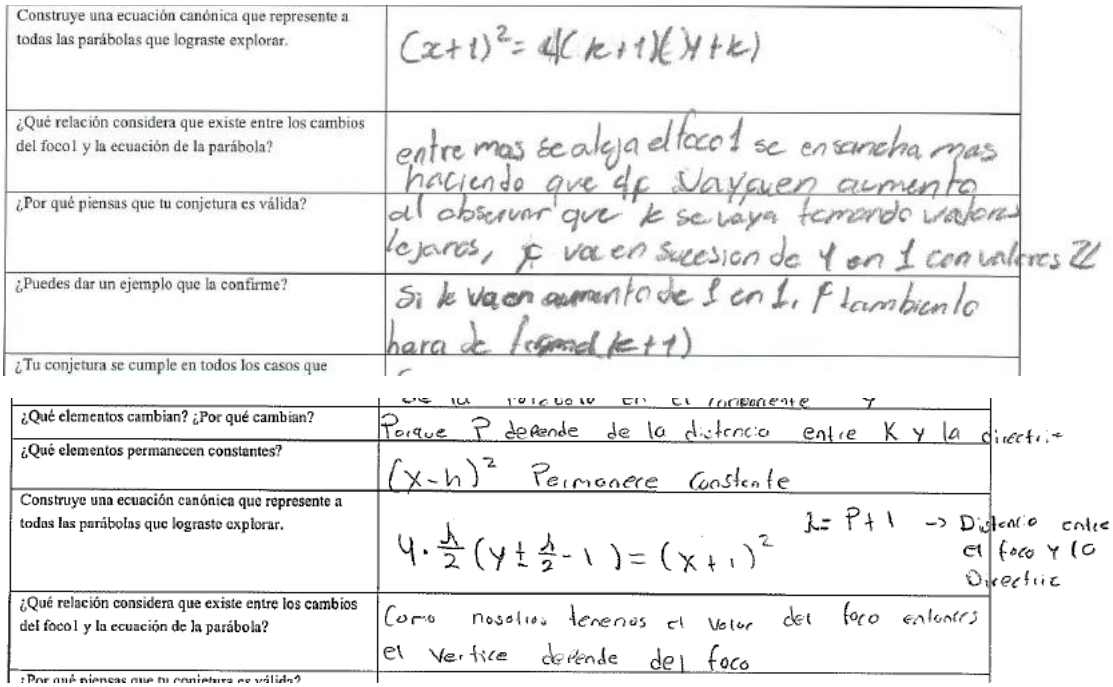


Figura 2. Ejemplos donde se usa GeoGebra y una hoja de trabajo para exploración y análisis.

Reflexiones finales

Para el docente, la herramienta GeoGebra representa un apoyo importante, ya que hace posible diseñar actividades más dinámicas, promover la participación en el aula y adaptar la enseñanza a las necesidades de los estudiantes. El uso de recursos tecnológicos no solo favorece una mejor comprensión de los contenidos, sino que también contribuye al desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y las habilidades digitales necesarias en la educación actual.

Aunque solo se citaron dos ejemplo por cuestiones de espacio, pudieran mencionarse varios formas de incorporar GeoGebra en la enseñanza de las matemáticas, aunque es un herramienta de gran utilidad considero que como lo plantean los autores citados se requiere de un planeamiento apropiado, una capacitación docente en el software, contar con los requerimientos de infraestructura para que los alumnos lo manipulen, y sobre todo ser conscientes que GeoGebra no resolverá todos los problemas de la enseñanza de las matemáticas.

Bibliografía

Dubarbie-Fernández, L., Barreras, Á., & Oller-Marcén, A. M. (2025). El uso de GeoGebra en la enseñanza de conceptos matemáticos: prácticas, barreras y percepciones docentes. https://doi.org/10.17398/1695-288X.24.1.77

García, J. G. J., & Izquierdo, S. J. (2017). GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas. Revista electrónica sobre tecnología, educación y sociedad, 4(7). https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/654

Lehmann, CH. (2009). Geometría analítica. Trad. Por Rafael García Díaz; rev. Marcelo Santalo México: UTEHA, 2009.

Morel-Hernández, K. M., & Jiménez-Ramos, F. Y. (2024). Integración de GeoGebra como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática: Nivel secundario. Revista Latinoamericana de Calidad Educativa.

Pari Condori, A., & Auccahuallpa Fernández, R. (2022). La implementación del GeoGebra por el profesorado ecuatoriano en la enseñanza de las matemáticas. Caminhos da Educação Matemática em Revista, 12(2).

Pérez, A., Quero, O. N., Rodríguez, L., & Rodríguez, N. (2021). Tipos de tareas docentes con GeoGebra en la enseñanza de la Matemática.

Ponencia I-17 | Viernes 16 de octubre de 2026

EXPERIENCIA DE ADAPTAR APPLETS DE GEOGEBRA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS ECUACIONES CUADRÁTICAS

García Mendívil Paola Tonanzy, Romero Félix César Fabián

Universidad de Sonora, México

tonanzy.garcia@unison.mx, cesar.romero@unison.mx

Nivel educativo: Superior; experiencia docente; pensamiento algebraico

Palabras clave: Ecuación cuadrática, GeoGebra, Génesis Instrumental, Orquestación Instrumental

Esta ponencia describe dos actividades didácticas en donde se incorpora la adaptación de dos applets de GeoGebra para la resolución de ecuaciones cuadráticas en estudiantes universitarios de la Licenciatura en Administración de la Universidad de Sonora. Los applets fueron adaptables mediante un recurso digital existente. Los applets no deben simplemente ser vistos como recursos tecnológicos, sino más bien como artefactos, siendo objeto de apropiación por parte de los usuarios. La Génesis Instrumental (Trouche, 1994) sugiere que esto implica el establecimiento de esquemas de utilización que permitan la transformación de un artefacto en un instrumento para un comportamiento específico. En consecuencia, las adaptaciones de los applets abordaron los aspectos de funcionamiento técnico de los applets y las decisiones tomadas sobre lo que los estudiantes podrían hacer o no hacer durante su exploración. El diseño de actividades que involucraron applets se apoyó en la Orquestación Instrumental (Trouche, 2004; Drijvers y colaboradores, 2010), ya que abordó la organización del entorno de aprendizaje, los modos de ejecución y las intervenciones anticipadas por el docente. El entorno didáctico contenía la colaboración y el trabajo que los estudiantes realizaban con equipos que tenían acceso a la tecnología con una hoja de trabajo con preguntas diseñadas para observar, analizar y argumentar sobre los resultados. Los métodos de implementación contemplaron tácticas que incluían cambiar parámetros en los applets y diálogos entre los miembros del equipo para conectar las variables. En este ejercicio, los docentes mediaron a través de preguntas que centraban la atención en los componentes matemáticos aplicables.

Actividad 1. “Del arreglo con bloques a la configuración rectangular en GeoGebra”

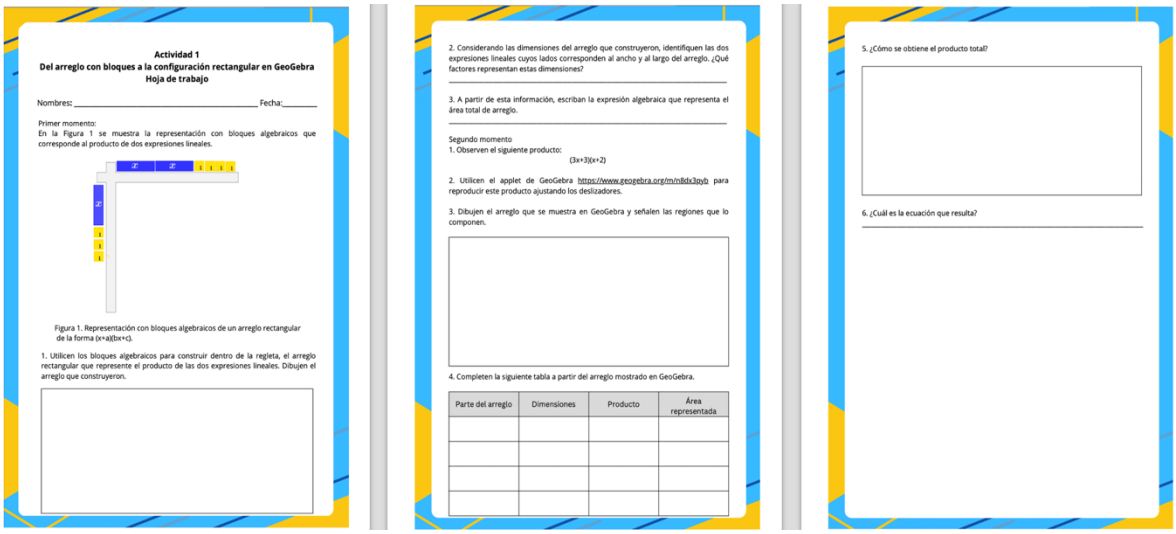
Meta didáctica: Que los estudiantes establezcan correspondencia entre el arreglo construido con bloques algebraicos y la representación en el applet de GeoGebra, desarrollando esquemas de acción instrumentada que les permitan interpretar el producto de dos expresiones lineales a partir de la descomposición en áreas parciales y su articulación con la expresión simbólica resultante

Se espera que los estudiantes logren vincular entre los arreglos rectangulares que construyen con bloques algebraicos y lo que observan en el entorno digital. Se centra en que los estudiantes noten la coincidencia entre las estructuras de bloques y las representaciones digitales. Los estudiantes utilizan GeoGebra para generar disposiciones rectangulares similares a las utilizadas con bloques algebraicos, donde observan cómo las dimensiones y las áreas se relacionan con las expresiones algebraicas contenidas en las partes. Esta práctica de permitir a los estudiantes diversificarse en términos de esquemas de uso y darse cuenta de cómo conceptualizar el mismo concepto matemático podría visualizarse a través de diferentes recursos.

Durante el desarrollo de las actividades, la interacción con los bloques algebraicos y con el applet de GeoGebra propicia el surgimiento de esquemas de acción instrumentada. Estos esquemas se van configurando en la medida en que los artefactos son utilizados para organizar las configuraciones, interpretar las relaciones presentes en el arreglo rectangular y establecer vínculos entre la representación concreta, la visualización de la figura y la expresión algebraica correspondiente. El análisis de las acciones que se ponen en juego durante la resolución de las tareas permite reconocer ciertas regularidades en las formas de uso de los artefactos, los cuales dan cuenta de procesos de instrumentación.

A partir de los esquemas de uso previos y las experiencias de esta actividad, se pretende avanzar a esquemas de acción instrumentada, generando en los estudiantes la necesidad de resolver nuevos problemas con las herramientas. Particularmente, en esta actividad, se pretenden los siguientes: Construcción del producto mediante la organización espacial de bloques, determinación de los factores a partir de las dimensiones del arreglo, correspondencia entre bloques y términos algebraicos y reconstrucción del arreglo en el applet https://www.geogebra.org/m/jtnuvw3u.

A continuación en la Figura 1 se presenta la actividad 1:



Actividad 1
Del arreglo con bloques a la configuración rectangular en GeoGebra
Hoja de trabajo

Nombres: _____ Fecha:_____

Primer momento:
En la Figura 1 se muestra la representación con bloques algebraicos que corresponde al producto de dos expresiones lineales.

Figura 1. Representación con bloques algebraicos de un arreglo rectangular de la forma (x+a)(bx+c).

1. Utilicen los bloques algebraicos para construir dentro de la regleta, el arreglo rectangular que represente el producto de las dos expresiones lineales. Dibujen el arreglo que construyeron.

2. Considerando las dimensiones del arreglo que construyeron, identifiquen las dos expresiones lineales cuyos lados corresponden al ancho y al largo del arreglo. ¿Qué factores representan estas dimensiones?

3. A partir de esta información, escriban la expresión algebraica que representa el área total de arreglo.

Segundo momento
1. Observen el siguiente producto:

$$(3x+3)(x+2)$$

2. Utilicen el applet de GeoGebra https://www.geogebra.org/m/n8dx3pyb para reproducir este producto ajustando los deslizadores.

3. Dibujen el arreglo que se muestra en GeoGebra y señalen las regiones que lo componen.

4. Completen la siguiente tabla a partir del arreglo mostrado en GeoGebra.

Parte del arreglo	Dimensiones	Producto	Área representada

5. ¿Cómo se obtiene el producto total?

6. ¿Cuál es la ecuación que resulta?

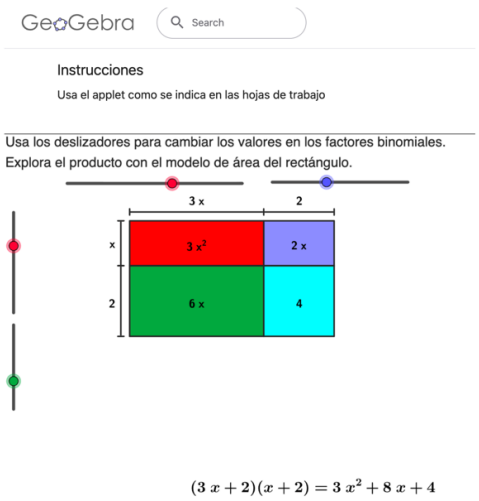


Figura 1: Del arreglo con bloques a la configuración rectangular en GeoGebra.

Actividad 2. “Factorización de una diferencia de cuadrados con bloques algebraicos digitales”

Meta didáctica: Que los estudiantes, mediante la interacción de GeoGebra, desarrollen esquemas de acción instrumentada orientados al reconocimiento de los términos de la expresión, al uso de bloques positivos y negativos como pares opuestos, y a la reorganización de las piezas en un arreglo rectangular que permita identificar la factorización.

En esta actividad (véase Figura 2) no se trata de construir o reorganizar algo para expandir, sino más bien observar cómo aparece una expresión e intentar entender qué tipo de configuración tiene. Aborda específicamente la diferencia de cuadrados. Al trabajar dentro del contexto digital, los estudiantes observan las configuraciones, notan dónde hay algo así como un "hueco en el medio", y comienzan desde allí a averiguar por qué la expresión puede representarse como un producto. Para analizar el proceso de interacción de los estudiantes con el applet de GeoGebra https://www.geogebra.org/m/y72nfapp en la resolución de la actividad propuesta, se describen esquemas de acción instrumentada que surgen durante la actividad, los cuales son: Reconocimiento de la estructura algebraica, uso de pares opuestos, reorganización en arreglo rectangular e Interpretación de dimensiones.



Figura 2. Factorización de una diferencia de cuadrados con bloques algebraicos digitales.

El resultado de esta experiencia proporciona una reflexión sobre el papel del docente, como diseñador del entorno de aprendizaje mediado por la tecnología. Una adaptación de estos applets es una parte integral del conocimiento matemático, didáctico y tecnológico, reflejando así la decisión de qué mostrar, qué acciones dar a los estudiantes y qué preguntas podrían facilitar la exploración del contenido.

Referencias

Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. Educational Studies in Mathematics. Online First.

Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: guiding students' command process through instrumental orchestrations. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 9(3), 281–307.

II. Propuestas Didácticas

Ponencias simultáneas

Ponencia II-14 | Viernes 16 de octubre de 2026

DISEÑO DE UN CURSO-TALLER PARA PROMOVER EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO-MATEMÁTICO DE PROFESORES DE SECUNDARIA SOBRE PENSAMIENTO ALGEBRAICO Y NIVELES DE ALGEBRIZACIÓN

Del Castillo Bojórquez Ana Guadalupe, Ibarra Olmos Silvia Elena, Armenta Castro Maricela
Universidad de Sonora, México

ana.delcastillo@unison.mx, silvia.ibarra@unison.mx, maricela.armenta@unison.mx

Secundaria, Desarrollo Profesional Docente

Palabras clave: pensamiento algebraico, niveles de algebrización, docentes de secundaria, ecuaciones lineales y cuadráticas

Resumen

El estudio del álgebra y el desarrollo del pensamiento algebraico juegan un papel esencial en la educación matemática de la escuela secundaria, donde los procesos de generalización, simbolización y operatividad analítica se consideran básicos en la modelación y resolución de problemas rutinarios y no rutinarios, así como en la construcción de conocimientos cada vez más avanzados y complejos. Sin embargo, la enseñanza y el aprendizaje del álgebra, así como el desarrollo de habilidades propias del pensamiento algebraico, pueden presentar múltiples retos para los docentes de este nivel. El estudio y la reflexión sobre las dificultades que pueden enfrentar los estudiantes cuando resuelven problemas algebraicos y sobre las estrategias que utilizan, se perciben como fundamentales para que los profesores puedan intervenir de manera adecuada.

En este trabajo se aborda el problema del diseño de un curso-taller para profesores de secundaria con un doble propósito: evaluar y promover el conocimiento didáctico-matemático sobre razonamiento y pensamiento algebraico, y niveles de algebrización. El diseño se fundamenta en dos construcciones teóricas: a) el Modelo del Conocimiento Didáctico-Matemático (Godino, 2009) en el que se consideran las facetas epistémica y cognitiva, entre otras, y b) el Modelo de los Niveles de Algebrización (Godino, Aké, Gonzato y Wilhelmi, 2014), que se asocia con una conceptualización del razonamiento algebraico elemental (RAE) y puede utilizarse como una herramienta de análisis de la actividad algebraica. Esta acción evaluativa y formativa se enmarca en un proyecto de investigación más amplio, cuyo objetivo general es identificar la influencia que tiene, en las facetas epistémica y cognitiva del conocimiento didáctico-matemático de los docentes de secundaria, la incorporación del modelo de los niveles de algebrización como herramienta de análisis de las tareas matemáticas que proponen a sus estudiantes y de la actividad algebraica que desencadena.

Para el diseño de las actividades se consideró que la evaluación y la promoción del conocimiento didáctico-matemático de los profesores debía involucrar tanto contenidos algebraicos como conocimiento didáctico relacionado con tales contenidos.

Por una parte, el contenido algebraico se delimitó al estudio de las ecuaciones lineales y cuadráticas, selección que se justifica por la presencia e importancia de esos temas en los programas de matemáticas de la escuela secundaria (SEP, 2023).

Por otra parte, y en consonancia con el trabajo de Godino y colaboradores (2015), el diseño consideró algunas categorías para el contenido algebraico y el contenido didáctico-algebraico:

Para el contenido algebraico se consideraron estructuras, funciones y modelización.

Para el contenido didáctico-algebraico se consideraron las facetas epistémica y cognitiva.

Las actividades se estructuraron en tres bloques, en los que se presentan problemas que involucran ecuaciones lineales y cuadráticas, con distintas representaciones y niveles de complejidad.

Bloque 1: El Álgebra en la Escuela Secundaria. Se aborda la resolución de algunos problemas típicos de la escuela secundaria. A medida que se avanza, se invita a los profesores a analizar no solo las soluciones matemáticas, sino también las diferentes formas en las que los estudiantes podrían abordar cada problema. Se reflexiona sobre las estrategias que podrían facilitar o dificultar la comprensión matemática y cómo se podría intervenir adecuadamente.

Bloque 2: Pensamiento Algebraico en la Escuela Secundaria. Los profesores exploran sus concepciones sobre el álgebra y el pensamiento algebraico, así como sus implicaciones en la enseñanza de las matemáticas en secundaria. Para ello, se les pide revisar algunas afirmaciones que los invitarán a reflexionar sobre sus ideas y prácticas. Luego, se les proponen actividades matemáticas diseñadas para explorar intuitivamente cómo los estudiantes transitan del pensamiento aritmético al algebraico y qué estrategias pueden favorecer este proceso. A lo largo del bloque, se propone analizar la relación entre las nuevas experiencias y su práctica docente, con el propósito de incidir sobre sus estrategias didáctico-algebraicas en el nivel secundaria.

Bloque 3: Niveles de Algebrización en la Escuela Secundaria. Los profesores analizan posibles producciones de estudiantes al abordar un problema de modelación. Se les solicita contrastar y reflexionar sobre algunas características que hacen esencialmente distintas a las soluciones presentadas. La actividad continúa con la identificación intuitiva de los rasgos algebraicos de las respuestas y los distintos niveles que pueden distinguir. Posteriormente se les presenta, para su análisis y discusión, el modelo teórico de los niveles de algebrización. Finalmente, se les propone una nueva situación problema, para plantear soluciones distintas y clasificarlas de acuerdo con este modelo.

Para la implementación del curso-taller surgieron retos asociados con la diversidad de horarios y responsabilidades laborales de los profesores de secundaria participantes. En atención a estas condiciones, se optó por una modalidad en línea, utilizando la plataforma Möbius, lo que permitió que diez docentes desarrollaran las actividades de manera individual y asíncrona. Si bien esta modalidad favoreció la participación de los profesores, limitó las oportunidades de

interacción y discusión colectiva, por lo que esta implementación del curso privilegió la dimensión evaluativa sobre la formativa. En futuras implementaciones, sería conveniente incorporar sesiones presenciales o síncronas que fortalezcan ambas dimensiones. No obstante, la implementación permitió explorar la pertinencia del diseño propuesto y obtener información relevante sobre el conocimiento didáctico-matemático de los profesores participantes y la incorporación del modelo de los niveles de algebrización en el análisis de la actividad matemática. El curso-taller constituye una propuesta que puede servir como base para futuras acciones de desarrollo profesional docente orientadas al estudio y la promoción del pensamiento algebraico en secundaria. Es importante resaltar que, a diferencia de cursos centrados en contenidos algebraicos, esta propuesta incorpora explícitamente el modelo de niveles de algebrización como herramienta para analizar la actividad matemática escolar y favorecer la reflexión didáctica de los docentes.

REFERENCIAS:

Godino J. D. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. UNIÓN: Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 20, 13-31.

Godino, J. D., Aké, L., Gonzato, M. y Wilhelmi, M. R. (2014). Niveles de algebrización de la actividad matemática escolar. Implicaciones para la formación de maestros. Enseñanza de las Ciencias, 32(1), 199-219.

Godino, J. D., Aké, L. P., Contreras, A., Díaz, C., Estepa, A., F. Blanco, T., Lacasta, E., Lasa, A., Neto, T., Oliveras, M. L. y Wilhelmi, M. R. (2015). Diseño de un cuestionario para evaluar conocimientos didáctico-matemáticos sobre razonamiento algebraico elemental. Enseñanza de las Ciencias, 33(1), pp. 127-150

Secretaría de Educación Pública. (2023, 15 de agosto). Acuerdo número 08/08/23 por el que se establecen los Programas de Estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria: Programas Sintéticos de las Fases 2 a 6. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5698665&fecha=15/08/2023

Ponencia II-15 | Viernes 16 de octubre de 2026

LA MODELACIÓN MATEMÁTICA DE SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES CON DOS INCÓGNITAS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA APOYADA EN GEOGEBRA PARA UN GRUPO DE SEGUNDO GRADO DE SECUNDARIA

Espino Ramírez Manuel, Diana Sarait Gómez Leal

Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado de San Luis Potosí, México

espinoramirezm55@gmail.com, dgomez@beceneslp.edu.mx

Nivel educativo: Educación Secundaria. Categoría: Reporte de investigación.

Palabras clave: modelación matemática, sistemas de ecuaciones lineales, registros de representación semiótica, ACODESA, GeoGebra.

Resumen

un grupo experimental de 27 estudiantes, en el que se aplicó la secuencia basada en modelación matemática y ACODESA, y un grupo de control de 25 estudiantes, que trabajó con una secuencia tradicional centrada en métodos de solución. La intervención transitó por tres situaciones progresivas —un problema aritmético sencillo, un sistema con una constante de crecimiento y, finalmente, un problema de oferta y demanda que implicó la identificación de un punto de equilibrio— siguiendo las fases de trabajo individual, trabajo en equipo, debate, autorreflexión e institucionalización propias de ACODESA, con GeoGebra empleado como herramienta de visualización en la etapa de institucionalización.

El Objetivo general fue analizar las distintas representaciones producidas por los estudiantes y la influencia de la modelación de situaciones problema al construir sistemas de ecuaciones lineales en alumnos de segundo grado de secundaria.

Marco Teórico: Registro de representaciones semióticas. Según en Duval (2004) para llevar a cabo la traducción entre dos registros Duval presenta a la Semiosis que es la actividad donde surgen las representaciones creadas por signos y la Noesis que es el proceso cognitivo donde el estudiante se apropia de los conceptos del objeto matemático. Los registros semióticos de representación son una teoría de gran importancia en el campo de investigación en Didáctica de las Matemáticas ya que su estructura permite realizar análisis más allá de lo simple o lo intuitivo.

Modelación Matemática. Blum y Borromeo (2009) describen el proceso de modelar como la transición que realiza una persona entre el mundo real y el mundo de las matemáticas, incluyendo en el mundo real a todo lo que está fuera de las matemáticas. (pág. 45).

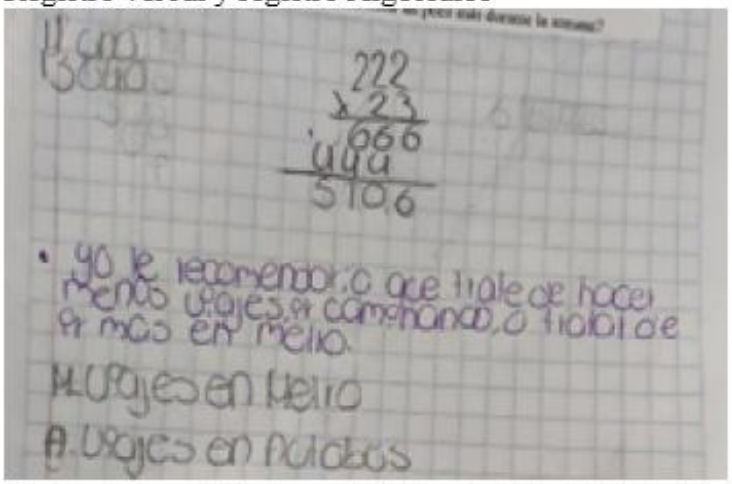
La metodología ACODESA, según Hitt y Cortés (2009) es utilizada en las dos primeras etapas de la modelación matemática, mismas que proponen los autores, (pág. 8) ya que permite llegar

a los estudiantes en el trabajo del profesor a modelos matemáticos dada una situación problema inicial, se comienza por una representación espontánea creada por el propio alumno, dotada de funcionalidad, la cual se va refinando y modificando en cada etapa hasta llegar al objetivo del tema.

Resultados. En el análisis cualitativo se identificaron las dificultades iniciales de los estudiantes para representar y resolver situaciones sin contar con un procedimiento previamente establecido, así como la diversidad de registros construidos —lenguaje común, representaciones tabulares, algebraicas y gráficas— y su progresivo refinamiento a lo largo de las fases de la secuencia. Se observaron distintos estilos de pensamiento matemático entre los estudiantes, algunos orientados a soluciones aritméticas directas y otros a razonamientos basados en el contexto de la situación. En la Figura 1 se muestra como los alumnos asignan variables propias para entender la problemática y pasan de un registro a otro, incluso haciendo reflexiones.

Figura 1

Registro verbal y registro Algebraico



Fuente: Espino (2026). Anexo B. Evidencia de Trabajo Individual

En el análisis cuantitativo, la prueba t de Student aplicada a los resultados del postest no mostró una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo experimental (M = 5.82) y el grupo de control (M = 5.27), t (38) = -0.836, p = 0.204, d de Cohen = -0.270. No obstante, las medidas descriptivas favorecieron al grupo experimental, y el análisis cualitativo evidenció que, mientras el grupo experimental construyó y transitó entre múltiples registros semióticos propios, el grupo de control se limitó principalmente al lenguaje común y al lenguaje algebraico siguiendo un procedimiento establecido, este resultado que podría implicar que si bien un alumno puede aprender y memorizar un procedimiento y llegar a un resultado para un examen, realmente no es significativo para dicho alumno, por tanto no puede transitar entre otras representaciones y describirlas, como por ejemplo, la representación gráfica como se muestra en el análisis por indicador que se encuentra en la Tabla 1.

Tabla 1. Aciertos por indicadores en el post-test

Grupo	Condición	**Interpreta situaciones.**	**Conoce las bases operativas del álgebra.**	**Domina los conocimientos de linealidad.**	**Plantea sistemas de ecuaciones.**	**Resuelve sistemas de ecuaciones.**	**Interpreta representaciones gráficas.**
Grupo experimental	Contestaron correctamente	35	47	64	22	9	7
	Contestaron incorrectamente	13	25	32	50	15	17
Grupo de control	Contestaron correctamente	12	28	44	14	2	3
	Contestaron incorrectamente	20	20	19	34	14	13

Fuente: Espino (2026). Tabla 18. Aciertos por indicadores en el post-test.

Al contrastar los aciertos acumulados por grupo se hace un poco más significativa la efectividad de la secuencia aplicada en el grupo experimental, pues la mayoría de los datos correspondientes muestra mayor cantidad de aciertos en proporción al grupo de control, principalmente en el indicador de mayor interés que es la interpretación de situaciones en otras representaciones.

Además se puede observar que aunque las actividades diseñadas se enfocaron en la solución de situaciones problema que implican un sistema de ecuaciones, los estudiantes lograron apropiarse de conocimientos como el planteamiento de sistemas de ecuaciones y la visualización gráfica de un sistema de ecuaciones; estos resultados dan a conocer que los estudiantes del grupo experimental no solo utilizaron sus propias representaciones y procedimientos, si no que al llegar a la etapa de Institucionalización lograron formalizar los aprendizajes con ayuda del docente utilizando a GeoGebra como una herramienta de corroboración ante las soluciones de los estudiantes y de visualización.

Se concluye que el uso de la modelación matemática, apoyada en ACODESA y en GeoGebra, influye en la forma en que los estudiantes de segundo grado de secundaria aprenden los sistemas de ecuaciones lineales, favoreciendo que las respuestas surjan de sus propios modelos y experiencias en lugar de la aplicación de una serie de pasos preestablecidos. El enfoque mixto permitió advertir que, más allá de si existe o no una diferencia estadísticamente significativa entre grupos, el grupo experimental logró un aprendizaje que dota de sentido y funcionalidad al procedimiento matemático empleado. Esta ponencia comparte los hallazgos del proceso de modelación y las representaciones semióticas alcanzadas por los estudiantes, como una alternativa para la enseñanza de los sistemas de ecuaciones lineales en la educación secundaria.

Referencias

Blum, W., y Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? Journal of Mathematical Modelling and Application, 1(1), 45-58.

https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/MATH601/3rd%20%26%204rth%20unit/3rd%20unit_Modelling%20cycle.pdf

Duval, R. (2004). Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Universidad del Valle.

Espino Ramírez, M. (2026). La modelación matemática de sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas como estrategia didáctica apoyada en GeoGebra para un grupo de segundo grado de secundaria [Tesis de licenciatura, Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado de San Luis Potosí].

Hitt, F., y Cortés, C. (2009). Planificación de actividades en un curso sobre la adquisición de competencias en la modelización matemática y uso de calculadora con posibilidades gráficas. Revista Digital Matemática, Educación e Internet, 10(1), 1-15. www.cidse.itcr.ac.cr/revistamete

Ponencia II-16 | Viernes 16 de octubre de 2026

PROPUESTA DIDÁCTICA MEDIADA POR LA HERRAMIENTA TRACKER PARA EL APRENDIZAJE DE LA FUNCIÓN CUADRÁTICA EN EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR.

Jaime Estrada Evelyn Aidé.

Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado de San Luis Potosí.

jaimeaide1@gmail.com

Educación media superior, Propuesta didáctica.

Palabras clave. Función cuadrática, herramientas digitales, propuesta didáctica, educación media superior.

Resumen

La propuesta didáctica asume como objetivo diseñar una estrategia mediada por la herramienta digital Tracker para favorecer la comprensión de las representaciones algebraica, tabular y gráfica de la función cuadrática en estudiantes de educación media superior, la propuesta se fundamenta en la Teoría de los Registros de Representación Semiótica de Raymond Duval, priorizando los procesos de tratamiento y conversión entre representaciones, mediante el análisis y modelación de fenómenos cotidianos con Tracker, los estudiantes obtienen datos experimentales que les permiten construir e interpretar tablas, gráficas y ecuaciones cuadráticas, estableciendo relaciones entre ellas, se espera que esta propuesta contribuya a una comprensión más significativa de la función cuadrática mediante la integración de herramientas digitales y situaciones reales de aprendizaje.

Planteamiento del problema. La enseñanza de las matemáticas en educación básica en nivel secundaria, específicamente en la rama del álgebra, sigue presentando diversos retos en la forma enseñanza-aprendizaje. Según Losada (2020), se debe de considerar la evolución de la educación como una variable, tal como el caso de los Recursos Educativos Digitales, que permiten la relación, interacción y aprendizaje, aunado a ello, Carrasco (2023), señala que los estudiantes presentan dificultades para transitar entre diferentes representaciones de una función cuadrática, particularmente con registro gráfico y algebraico.

Consecuentemente los estudiantes llegan a percibir las gráficas únicamente como un dibujo o ilustración de la actividad, sin llegar a tener un reconocimiento como representación matemática que describe una función, por lo que lleva a los estudiantes a centrar la intención en solo el aspecto visual de la gráfica sin llegar a comprender la información que nos proporciona la representación gráfica de una función cuadrática, Leinhard(1990) menciona sobre la complejidad que tienen los estudiantes a comprender la representación algebraica con la representación gráfica, ya que ven a la gráfica de una función como una ilustración que complementa la actividad.

Los avances tecnológicos, han abierto diferentes ámbitos en la sociedad, como la forma de comunicación, la búsqueda de información, etc. No obstante llega a utilizarse para entretenimiento, comunicación y búsqueda de resoluciones de problemas, por lo que representa una ausencia adecuada en las aulas al implementar tecnología digital en los procesos de consolidar las

habilidades correspondientes para enfrentar los retos que demandan en la actualidad para los estudiantes, en este sentido UNESCO (2023), sostiene que el impacto de la tecnología digital en la educación depende de su integración pedagógica y de uso adecuado de los objetivos del aprendizaje.

Pregunta general. ¿Cómo diseñar una propuesta didáctica mediada por la herramienta digital Tracker que favorezca la comprensión de las representaciones algebraica, tabular y gráfica de la función cuadrática en estudiantes de nivel media superior?

Objetivo general. Diseñar una propuesta didáctica mediada por la herramienta digital Tracker para la comprensión de las representaciones algebraica, tabular y gráfica de la función cuadrática en estudiantes de educación media superior.

Marco teórico.

1.1. Teoría de Representaciones semióticas.

La presente investigación se fundamenta en la Teoría de las Representaciones Semióticas de Raymond Duval (2006), quien sostiene que los objetos matemáticos únicamente son accesibles mediante representaciones, por ello, la comprensión matemática depende de la capacidad de los estudiantes para reconocer un mismo objeto a través de diferentes registros de representación, en el cual se distingue dos procesos fundamentales: el tratamiento y la conversión, donde el tratamiento consiste en realizar transformaciones dentro de un mismo registro de representación, mientras que la conversión implica pasar de un registro a otro conservando el mismo significado matemático. Bajo este fundamento teórico, la presente propuesta didáctica incorpora Tracker como una herramienta educativa digital que favorece la construcción del conocimiento matemático mediante la coordinación de múltiples representaciones, la integración no responde únicamente al uso de tecnología digital en el aula, sino a las posibilidades que ofrece para construir, interpretar y relacionar las distintas representaciones de la función cuadrática, favoreciendo procesos de exploración, visualización y modelación matemática Drijvers (2020).

Propuesta didáctica. Se comienza con la presentación de diversos fenómenos cotidianos que presentan un comportamiento parabólico, como el lanzamiento de una pelota o el recorrido de un proyectil, en este primer acercamiento no se empotra de manera explícita el concepto de función cuadrática, por el contrario, se busca que los estudiantes observen el comportamiento del fenómeno y describan, desde sus propios conocimientos, las características que identifican en la trayectoria, asistiendo que los estudiantes deduzcan como se comparta el fenómeno desde el registro verbal de una función cuadrática.

Una vez que el estudiante recobre la noción de función cuadrática como regla de correspondencia, los estudiantes en equipos, elegirán un fenómeno que puedan modelar, en el que deberán generar un video donde se presente la “forma” del fenómeno, una vez obtenido el video, Tracker se convierte en la herramienta principal para favorecer la observación detallada del fenómeno, los estudiantes reproducen el video cuadro por cuadro y analizan aspectos que difícilmente podrían identificar a simple vista, a partir de esta exploración inicial describen el comportamiento, identifican las variables involucradas y formulan suposiciones acerca de cómo creen que se comporta el fenómeno, así mismo, elaboran una representación inicial mediante dibujos y explicaciones verbales que reflejan sus conocimientos previos.

Posteriormente, los estudiantes comienzan el análisis del fenómeno utilizando la herramienta de Tracker, realizan la calibración del video, establecen una escala de referencia y efectúan el seguimiento del objeto, conforme avanza este proceso, el software genera automáticamente una tabla con información correspondiente a la posición y el tiempo del movimiento, como se observa en la Figura 1, Tracker genera de manera simultánea la representación tabular y gráfica del fenómeno analizado a partir del seguimiento del objeto en el video, estas representaciones permiten al estudiante a identificar el comportamiento parabólico del fenómeno.

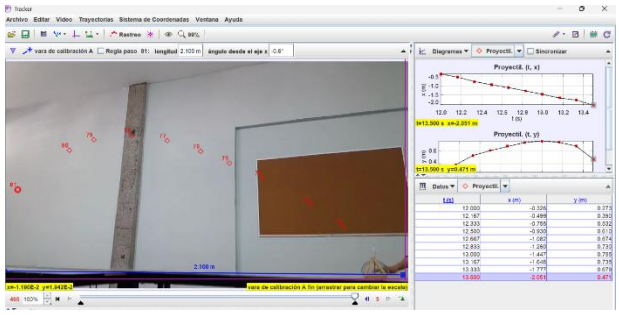


Figura 1. Tabla y Gráfica de Modelación de una parábola

De esta manera, comprenden que una misma situación puede representarse mediante diferentes registros sin perder su significado matemático, una vez comprendida la representación gráfica, Tracker permite realizar el ajuste cuadrático de los datos experimentales para obtener la ecuación que modela el fenómeno analizado.

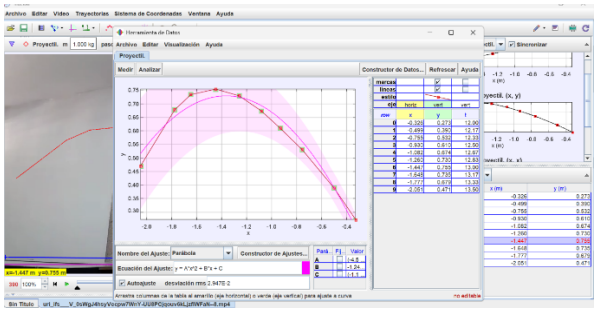


Figura 2

Tabla, gráfica y expresión algebraica de Modelación de una parábola

En la figura 2, se aprecia al momento de realizar un análisis de los datos experimentales en la herramienta Tracker, se obtiene la expresión algebraica de la función que modela el fenómeno analizado, a partir de la ecuación obtenida, interpretan el significado de los coeficientes y establecen relaciones entre la expresión algebraica, la gráfica y el comportamiento del fenómeno observado, los estudiantes coordinan todas las representaciones construidas durante el proceso: el fenómeno real, la descripción verbal, la tabla de datos, la representación gráfica y la expresión algebraica, esta integración permite reconocer que todas ellas corresponden al mismo objeto matemático, favoreciendo una comprensión más profunda de la función cuadrática, ya que posibilita la representación tabular y gráfico permitiendo que los estudiantes obtengan el conocimiento de una función cuadrática a partir del análisis y la modelación de fenómenos reales.

Referencias.

Carrasco Altamirano, W. Y. (2023). Dificultades que presentan los estudiantes del cuarto grado de educación secundaria en el tránsito entre los registros algebraico y gráfico de la función cuadrática. Una mirada desde la teoría de registros de la representación semiótica [Tesis de licenciatura, Universidad Antonio Ruiz de Montoya]. Repositorio Institucional UARM. https://hdl.handle.net/20.500.12833/2543

Drijvers, P. H. M. (2020). Digital tools in Dutch mathematics education: A dialectic relationship. En M. van den Heuvel-Panhuizen (Ed.), National reflections on the Netherlands didactics of mathematics: Teaching and learning in the context of realistic mathematics education (pp. 177–196). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33824-4_10

Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española, 9(1), 143–168 C:\lagaceta\gaceta91\seccion\educacion\educacion91.DVI.

Espinoza Benites, C. A. (2020). Modelación de la función cuadrática mediada por Tracker en estudiantes de quinto grado de secundaria [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. http://hdl.handle.net/20.500.12404/17784

FabraLasalvia, M., & DeulofeuPiquet, J. (2000). Construcción de gráficos de funciones: Continuidad y prototipos. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME, 3(2), 207-230.

Leinhardt, G., Zaslavsky, O., & Stein, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. Review of Educational Research, 60(1), 1–64. https://doi.org/10.3102/00346543060001001

Pérez Zúñiga, R., Mercado Lozano, P., Martínez García, M., Mena Hernández, E., & Partida Ibarra, J. Á. (2018). La sociedad del conocimiento y la sociedad de la información como la piedra angular en la innovación tecnológica educativa. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 8(16), 847–870. https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.371

Ponencia II-17 | Viernes 16 de octubre de 2026

DE LA DIRECCIÓN LOCAL A LA CURVA SOLUCIÓN: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA EN REALIDAD VIRTUAL PARA ECUACIONES DIFERENCIALES

Burgos Escobedo Esciquio, De la Rosa Gómez Daniel1, Romero Félix César, Morgan Benita Jorge, Espino Salinas Carlos

Universidad Autónoma de Zacatecas, México; Universidad de Sonora, México

esciquio.burgos@fisica.uaz.edu.mx, delarosagd@uaz.edu.mx, cesar.romero@unison.mx, alejandro.morgan@uaz.edu.mx, carlosespino@uaz.edu.mx

Nivel educativo: Educación superior. Categoría: Visualización.

Palabras clave: ecuaciones diferenciales; campos vectoriales; visualización matemática; realidad virtual; coordinación de representaciones.

Planteamiento y problema didáctico. En cursos universitarios de ecuaciones diferenciales, la interpretación cualitativa de las soluciones exige relacionar la dirección indicada por un campo vectorial con la trayectoria que parte de una condición inicial. En este contexto, se han documentado dificultades tanto para construir significados cualitativos de las soluciones de ecuaciones diferenciales (Rasmussen, 2001) como para interpretar y relacionar distintas representaciones de campos vectoriales (Bollen et al., 2017). En particular, puede ocurrir que el estudiante reconozca las flechas del campo o identifique una curva, pero no utilice la información local para anticipar ni explicar su comportamiento. Por otro lado, se ha observado que la visualización puede apoyar a establecer estas conexiones, cuando se acompaña de tareas de interpretación, comparación y reflexión en ambientes digitales interactivos (Arcavi, 2003). Más recientemente, se identifica a la realidad virtual como una herramienta que añade posibilidades de exploración espacial y cambio de perspectiva (Campos et al., 2022); sin embargo, para sistematizar su uso, más allá de una demostración técnica, es necesario articularlas con actividades didácticas en las que se use el campo vectorial como base para predecir, contrastar y explicar una curva solución.

Objetivo y aporte. El objetivo es describir y fundamentar una secuencia didáctica inmersiva orientada a apoyar a estudiantes universitarios para que coordinen la información local de un campo vectorial con el comportamiento global de sus curvas solución. La propuesta articula cuatro momentos: predicción, exploración, contraste y explicación, y se materializó en un entorno funcional de realidad virtual que corre localmente en dispositivos Meta Quest. El aporte se concreta en el revelado progresivo de las representaciones, la asociación de cada interacción con un propósito matemático y el diseño de un modo guiado para su aplicación en clase.

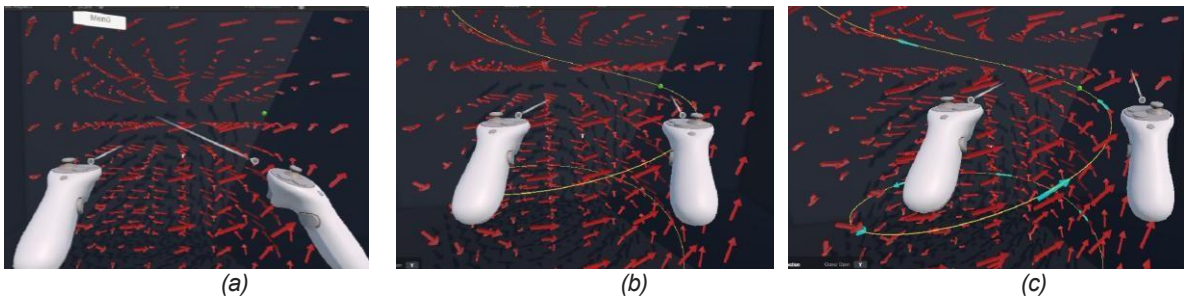
Diseño de la secuencia. La actividad comienza con el campo vectorial y una condición inicial, mientras la curva solución y los vectores tangentes permanecen ocultos. El estudiante anticipa cualitativamente la trayectoria y justifica su respuesta. Después explora la representación,

cambia de perspectiva y compara regiones o condiciones iniciales. A continuación, se genera la curva solución y se contrasta con la predicción. Finalmente se muestran vectores tangentes sobre la trayectoria y se solicita revisar o sostener la explicación inicial. El orden de aparición hace visible el razonamiento previo y permite analizar cómo se conectan la dirección local del campo y la evolución de la trayectoria.

PREDICCIÓN	**EXPLORACIÓN**	**CONTRASTE**	**EXPLICACIÓN**
Anticipar y justificar. *Inferir lo global desde direcciones locales.*	Cambiar perspectiva y comparar. *Reconocer patrones y condiciones iniciales.*	Revelar la curva y revisar. *Comparar la conjetura con la trayectoria.*	Activar tangentes y argumentar. *Coordinar campo, tangencia y curva.*

Modo guiado para el aula. El entorno completo dispone de múltiples campos y parámetros. Para la versión destinada a estudiantes se plantea un modo guiado con pocas acciones visibles. El docente preconfigurará el campo, la densidad y escala de las flechas, la integración de las curvas, la distribución de condiciones iniciales y la frecuencia de los vectores tangentes. El estudiante se concentrará en formular una predicción, explorar desde distintas perspectivas, seleccionar o comparar condiciones iniciales, revelar la curva, mostrar los vectores tangentes, reiniciar y avanzar. Esta restricción reduce demandas operativas y saturación visual, mantiene condiciones comparables entre participantes y centra la actividad en la interpretación matemática.

Entorno funcional. La secuencia se implementó en Unity 6.3 como parte de VF Visualizer y se ejecuta localmente en Meta Quest. El entorno representa campos en dos y tres dimensiones, genera curvas solución mediante integración numérica y muestra vectores tangentes sobre ellas. Incluye, entre otros, campos constantes, fuente, sumidero, silla, atractores, campos con rotación y atracción, y campos helicoidales. Sus parámetros permiten al docente preparar actividades con diferentes densidades, escalas, condiciones iniciales y niveles de revelado, mientras que la interfaz de aula conservará únicamente las operaciones necesarias para resolver las tareas.



(a) (b) (c)

Figura 1. Secuencia de la actividad en realidad virtual: (a) exploración inicial del campo vectorial (condición inicial); (b) generación de la curva solución para contrastar la predicción; (c) exploración de la relación entre el campo, la curva solución y los vectores tangentes. Fuente: capturas del entorno desarrolladas por los autores.

Tareas representativas. En una actividad bidimensional, el estudiante analiza un campo silla o un atractor circular, predice si una trayectoria se aproxima al origen, se aleja o gira, y compara

el efecto de distintas condiciones iniciales. En una actividad tridimensional con rotación y atracción, se pregunta si la trayectoria permanecerá en un plano, cómo pueden coexistir el giro y la convergencia y qué información aporta observar el campo desde varios puntos de vista. El cambio de perspectiva se vincula así con una pregunta matemática concreta. Las ecuaciones se mantienen sencillas para que la dificultad principal se concentre en la interpretación geométrica y dinámica.

Razonamientos y fuentes de evidencia. La secuencia busca hacer observables el uso de la dirección local, la comprensión de la tangencia, la relación local-global, el papel de la condición inicial y la interpretación de atracción, repulsión, rotación y comportamiento tridimensional. La evidencia se obtiene de la predicción inicial, su justificación, la comparación con la curva y la explicación revisada. Los registros del entorno, como condiciones iniciales seleccionadas, curvas generadas, activación de tangentes, cambios relevantes de perspectiva y tiempo por tarea, se interpretarán junto con las respuestas del estudiante. De esta manera, las acciones de interacción se analizan por su significado matemático y no como métricas aisladas.

Alcance y siguiente fase. El presente reporte comprende el diseño didáctico y su materialización en un entorno funcional. La siguiente etapa será una evaluación formativa con 5 a 8 estudiantes para ajustar instrucciones, duración, navegación, densidad visual y capacidad de las tareas para producir razonamiento observable. Posteriormente se desarrollará un estudio de métodos mixtos que comparará la modalidad inmersiva con una versión no inmersiva en computadora, manteniendo campos, tareas, codificación visual y tiempos equivalentes. El análisis integrará desempeño conceptual, explicaciones abiertas, estrategias de exploración y registros de interacción.

Aporte didáctico. La propuesta convierte la visualización en una actividad matemática estructurada: el estudiante anticipa una trayectoria a partir del campo, explora relaciones espaciales, contrasta su conjetura y argumenta mediante la dirección local y los vectores tangentes. El revelado progresivo y el modo guiado utilizan la inmersión con una finalidad conceptual definida y ofrecen una estructura reproducible para trabajar distintos campos vectoriales en clase y para comparar posteriormente las modalidades VR y PC.

Referencias

Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. Educational Studies in Mathematics, 52(3), 215-241. https://doi.org/10.1023/A:1024312321077

Bollen, L., van Kampen, P., Baily, C., Kelly, M., & De Cock, M. (2017). Student difficulties regarding symbolic and graphical representations of vector fields. Physical Review Physics Education Research, 13(2), 020109. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020109

Campos, E., Hidrogo, I., & Zavala, G. (2022). Impact of virtual reality use on the teaching and learning of vectors. Frontiers in Education, 7, 965640. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.965640

Rasmussen, C. L. (2001). New directions in differential equations: A framework for interpreting students' understandings and difficulties. The Journal of Mathematical Behavior, 20(1), 55-

87. https://doi.org/10.1016/S0732-3123(01)00062-1

III. Pensamiento Matemático

Ponencias simultáneas

Ponencia III-14 | Viernes 16 de octubre de 2026

APRENDER MATEMÁTICAS JUGANDO: PERCEPCIÓN DOCENTE SOBRE EL USO DE VIDEOJUEGOS EN EL AULA

Londoño Millán Noelia, Madrazo Mederos Mariem, Alamo Acevedo Ana Lilia, Guízar Salazar Cecilia

Universidad Autónoma de Coahuila. México.

Centro de Estudios Tecnológicos Industriales y de Servicios Número. 48. México.

noelialondono@uadec.edu.mx, m.mederos@uadec.edu.mx, lilia.alamo@uadec.edu.mx, cecilia-guizar@uadec.edu.mx

Nivel medio superior. Tecnologías de la Información y Comunicación

Palabras clave: Gamificación, tecnología educativa, enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, percepción docente

Resumen

Las matemáticas son una de las asignaturas más importantes en la formación de todos los estudiantes, pero también una de las que suele generar mayores dificultades y desinterés. En muchas ocasiones, los alumnos perciben esta asignatura como compleja, aburrida o alejada de su realidad, lo que repercute en su motivación y en su desempeño académico. Ante esta situación, los docentes enfrentan el reto constante de buscar estrategias que despierten el interés de los estudiantes y hagan del aprendizaje una experiencia más significativa.

En los últimos años, el uso de la tecnología ha transformado la manera en que las personas aprenden, se comunican y acceden a la información. Los estudiantes actuales han crecido rodeados de dispositivos digitales y videojuegos, los cuales forman parte de su vida cotidiana. Esta realidad ha llevado a que el ámbito educativo comience a considerar los videojuegos no solo como una forma de entretenimiento, sino también como una herramienta para favorecer el aprendizaje cuando se utilizan con una intención pedagógica.

Diversas investigaciones (Tokac, et al., 2019; Boyle et al., 2020; UNESCO, 2023; OECD, 2023) coinciden en que los videojuegos educativos pueden favorecer el desarrollo de competencias cognitivas y sociales, como el pensamiento lógico, la resolución de problemas, la toma de decisiones, la creatividad y el trabajo colaborativo. En el ámbito de las matemáticas, su uso ha demostrado ser una estrategia que incrementa la motivación, el compromiso y la participación de los estudiantes, al ofrecer experiencias de aprendizaje más interactivas, contextualizadas y centradas en la resolución de desafíos. Sin embargo, también advierten que estos beneficios dependen de una integración pedagógica adecuada, en la que el docente desempeña un papel fundamental al seleccionar el videojuego, vincularlo con los objetivos curriculares y orientar la reflexión sobre los aprendizajes obtenidos.

Es preciso decir que el éxito de esta estrategia no depende únicamente de la existencia de videojuegos educativos o de la disponibilidad de recursos tecnológicos. Uno de los factores más importantes es la percepción del profesorado, porque son los docentes quienes deciden qué metodologías emplear en el aula y cómo integrarlas en función de los objetivos de aprendizaje. Mientras algunos consideran que los videojuegos representan una oportunidad para innovar y mejorar la enseñanza de las matemáticas, otros mantienen reservas debido a la falta de capacitación, el tiempo requerido para implementarlos o la creencia de que pueden distraer a los estudiantes.

A partir de esta realidad surge el interés por desarrollar la presente investigación, acerca de la percepción docente sobre el uso de videojuegos en el aula para enseñar ecuaciones. Este estudio busca conocer cómo perciben los docentes el uso de los videojuegos como recurso didáctico, identificar los beneficios y las dificultades que reconocen en su implementación, así como comprender qué factores influyen en su aceptación dentro del proceso de enseñanza de las matemáticas.

El objetivo general de esta investigación fue analizar la percepción de los docentes sobre el uso de videojuegos como recurso didáctico en la enseñanza de las matemáticas. De manera específica, se pretende identificar el nivel de aceptación de esta estrategia, conocer los beneficios y las limitaciones que los docentes perciben en su utilización y explorar las condiciones que consideran necesarias para incorporarla de manera efectiva en el aula.

Se espera que los resultados de esta investigación aporten información útil para comprender la opinión del profesorado sobre esta estrategia educativa y contribuyan al diseño de propuestas que favorezcan una enseñanza de las matemáticas más innovadora, motivadora y acorde con las características de los estudiantes actuales.

Para conocer la percepción docente sobre el uso de videojuegos en el aula para enseñar ecuaciones con una incógnita se diseñó un cuestionario de tipo abierto el cual fue aplicado a 63 docentes que imparten clases de matemáticas en secundarias y preparatorias de 18 estados de la república mexicana. La participación de los docentes fue voluntaria. El cuestionario se aplicó a través de la plataforma de Microsoft Forms. Las respuestas se analizaron mediante un análisis cualitativo de contenido, identificando las principales tendencias, categorías y percepciones de los docentes respecto al uso de videojuegos para el aprendizaje de ecuaciones con una incógnita.

Las respuestas de los docentes muestran una actitud ampliamente favorable (93%) hacia el uso de videojuegos como recurso didáctico para la enseñanza de las ecuaciones con una incógnita. Sin embargo, este apoyo no es absoluto, ya que la mayoría de los participantes condiciona su efectividad a factores como el diseño del videojuego, el acompañamiento del docente, los conocimientos previos del estudiante y la disponibilidad de recursos tecnológicos.

Dentro del análisis de la percepción docente se pudieron identificar nueve categorías de análisis las cuatro principales se han organizado en la tabla 1. Identificando la categoría la justificación y algunos ejemplos de lo manifestado por los docentes.

Tabla 1. Cuatro categorías principales sobre la percepción docente acerca del uso de videojuegos para enseñar ecuaciones lineales con una incógnita.

Categoría	Justificación	Ideas de los docentes
Los videojuegos incrementan la motivación y el interés	Están en el entorno estudiantil	Les gusta trabajar de manera interactiva. Son temas de su interés. Los motivaría o incentivaría. Prefieren pasar tiempo en pantalla. Están más familiarizados con el celular.
Favorecen el aprendizaje como complemento de la enseñanza	Puede constituirse en un recurso complementario	Como complemento está muy bien. Después de una explicación pueden consolidar los procedimientos. Es importante la compañía de un docente. Se requiere del acompañamiento de un docente con experiencia.
Facilitan la comprensión mediante actividades lúdicas	Carácter creativo	Es más fácil comprender la situación. Aprenden jugando. Actividades lúdicas. Gamificación.
Condiciones para que el videojuego sea efectivo	Buen diseño Propósito educativo Conocimientos previos Relación con problemas reales	Si está bien diseñado funciona. Depende del tipo de videojuego. Cuando se presenta con un propósito educativo. Antes necesitan conocimientos básicos. Solo si cuentan con conocimientos previos. Que le vean utilidad en la vida real.

Otras categorías fueron: desarrollo del pensamiento lógico, la tecnología como aliada, limitaciones de infraestructura, aprendizaje mecánico versus aprendizaje reflexivo y también hubo opiniones negativas, dentro de estas últimas se presentaron ideas como: no hay equipo de cómputo, no permiten celulares, no les interesa aprender; que, aunque representan el 6% de los encuestados es preciso considerarlos porque ellos están hablando desde su experiencia propia y quizás sea su realidad.

En coincidencia con los autores citados (Tokac, et al., 2019; Boyle et al., 2020) la mayoría de los docentes encuestados perciben varias ventajas respecto al uso de los videojuegos entre las que sobresalen: incrementan la motivación; hacen más atractivas las matemáticas; favorecen el aprendizaje mediante la gamificación; desarrollan el pensamiento lógico; consolidan procedimientos; ayudan a reforzar contenidos previamente explicados; aumentan la participación del alumnado y facilitan la comprensión mediante la interacción.

También se hicieron evidentes varias preocupaciones entre las que señalan que los videojuegos: no sustituyen al docente; requieren un diseño pedagógico adecuado; deben alinearse con los contenidos curriculares; necesitan conocimientos previos; pueden generar aprendizaje mecánico si están mal diseñados; existen limitaciones de infraestructura tecnológica; algunos estudiantes mantienen apatía hacia el aprendizaje.

Conclusión

Los resultados evidencian una percepción altamente favorable hacia el uso de videojuegos como una posible estrategia para la enseñanza de ecuaciones con una incógnita. La mayoría de los docentes considera que esta herramienta incrementa la motivación, facilita la comprensión y favorece el desarrollo del pensamiento lógico mediante experiencias de aprendizaje dinámicas e interactivas. Los docentes perciben los videojuegos no como un sustituto de la enseñanza tradicional, sino como un recurso complementario que puede enriquecer el proceso educativo cuando se integra de manera planificada y con objetivos didácticos claramente definidos.

Bibliografía

Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., Lim, T., Ninaus, M., Ribeiro, C., & Pereira, J. (2020). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. Computers & Education, 94, 178–192. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.003

OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Tokac, U., Novak, E., & Thompson, C. G. (2019). Effects of game-based learning on students' mathematics achievement: A meta-analysis. Journal of Computer Assisted Learning, 35(3), 407–420. https://doi.org/10.1111/jcal.12347

UNESCO. (2023). Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? UNESCO Publishing. https://unesdoc.unesco.org/

Ponencia III-15 | Viernes 16 de octubre de 2026

ENSEÑANZA DE LA DERIVADA EN CONTEXTOS DE MODELIZACIÓN MATEMÁTICA: ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

Araceli Ocampo Cuevas, María Teresa Dávila Araiza
Universidad de Sonora, México

a226130032@unison.mx, maria.davila@unison.mx

Nivel Superior, Reporte de revisión de literatura

Palabras clave: derivada, modelización, razonamiento variacional, representaciones, tecnologías digitales

Resumen

Este trabajo revisa estudios sobre la enseñanza de la derivada mediante la modelización matemática. Se identifican dificultades relacionadas con la interpretación de la razón de cambio, el análisis de fenómenos de variación y la articulación de representaciones. Asimismo, se integran aportes de los enfoques variacional, covariacional, ontosemiótico y de modelización, junto con el uso de tecnologías digitales. La revisión muestra que estos componentes suelen abordarse de manera independiente, lo que plantea la necesidad de articularlos en propuestas didácticas. A partir de ello, se establecen fundamentos teóricos y didácticos para una intervención con estudiantes de ingeniería, centrada en la modelización matemática y el razonamiento variacional para abordar situaciones contextualizadas.

Antecedentes

Predominio de enfoques procedimentales en la enseñanza

La literatura identifica una brecha entre el dominio procedimental y la comprensión conceptual de la derivada. Orton (1983) reporta mayor facilidad en tareas procedimentales, mientras Sfard (1991) explica esta dificultad mediante la transición del concepto como proceso al concepto como objeto. Artigue (1995) y Schoenfeld (1992) destacan la necesidad de superar los ejercicios rutinarios mediante interpretación, argumentación y resolución de problemas. Asimismo, Pino-Fan et al. (2018) y Larios et al. (2021) señalan dificultades para articular los significados de la derivada. En ingeniería, esto plantea la necesidad de utilizarla para analizar fenómenos y no solo para aplicar procedimientos.

Comprensión limitada de la derivada en el estudio de fenómenos de variación

Comprender la derivada como razón de cambio implica coordinar cómo varían dos cantidades. Thompson (1994) vincula la construcción de cantidades con el razonamiento matemático, mientras Carlson et al. (2002) destacan el razonamiento covariacional. Jones (2017) y Bingölbali et al. (2007) identifican dificultades para transferir significados como pendiente y velocidad a distintas situaciones. Desde una perspectiva epistemológica, Pino-Fan et al. (2011)

reconocen significados asociados con la tangente, la variación, la velocidad y el límite, mientras Pino-Fan et al. (2013) señalan el predominio del límite del cociente incremental en el currículo mexicano de bachillerato. Más recientemente, Banerjee et al. (2025) reportan dificultades en la comprensión de la tasa de cambio y la coordinación de cantidades.

Desarticulación de representaciones y débil integración de modelización mediante tecnología

La comprensión de la derivada implica relacionar distintos registros de representación. Duval (2006) destaca esta coordinación, mientras Ariza y Llinares (2009) señalan dificultades para vincular representaciones gráficas, algebraicas y conceptuales. Las tecnologías digitales pueden apoyar este proceso; Hitt (2018), Fiallo y Rodríguez (2019) y Aguilar-Salinas et al. (2021) muestran el potencial de GeoGebra para visualizar y explorar relaciones asociadas con la derivada. Su valor didáctico depende de las tareas que orienten la actividad matemática. En este sentido, la modelización permite vincular representaciones y contexto al abordar situaciones reales (Kaiser & Sriraman, 2006), incluyendo problemas auténticos relacionados con STEM y sostenibilidad (Wiegand & Borromeo Ferri, 2023; Bulut & Borromeo Ferri, 2025).

Estado del Arte: un primer acercamiento

La revisión muestra tres líneas que resultan relevantes para abordar la problemática: la naturaleza epistemológica y cognitiva de la derivada, la modelización matemática como estructura para diseñar actividades y el uso de enfoques didácticos y tecnológicos.

Naturaleza epistemológica y cognitiva de la derivada

La derivada es un concepto con diversos significados construidos desde distintas perspectivas. Pino-Fan et al. (2011) identifican configuraciones históricas vinculadas con la tangente, la variación, la velocidad y el límite. Desde la perspectiva cognitiva, Sfard (1991) distingue entre su concepción como proceso y como objeto. Thompson (1994) y Carlson et al. (2002) destacan, respectivamente, la construcción de cantidades y la coordinación de su variación como bases del razonamiento variacional y covariacional. Por su parte, Duval (2006) señala la necesidad de coordinar diferentes registros semióticos para favorecer la comprensión matemática. En conjunto, estos aportes sitúan el aprendizaje de la derivada en la articulación de significados, cantidades, variación y representaciones, superando un tratamiento exclusivamente procedimental.

El ciclo de modelización matemática para el diseño de actividades didácticas

La modelización matemática vincula fenómenos reales con representaciones matemáticas. Lesh et al. (2003) destacan la construcción de modelos para representar y analizar situaciones complejas, mientras Blum y Leiß (2007) describen el tránsito entre el mundo real y el matemático. Borromeo Ferri (2006) concreta este proceso mediante un ciclo que incluye la comprensión de la situación, construcción del modelo, matematización, trabajo matemático, interpretación y validación. Este enfoque resulta pertinente para la enseñanza de la derivada, pues favorece la identificación de cantidades y relaciones de cambio antes de formalizar procedimientos, situando el concepto como herramienta para analizar fenómenos.

Enfoques didácticos y tecnológicos para la enseñanza de la derivada

Para fortalecer el aprendizaje del cálculo, Hitt (2018), Fiallo y Rodríguez (2019), Aguilar-Salinas et al. (2021) y Ayala y Luna (2025) destacan el uso de ambientes tecnológicos para visualizar y coordinar representaciones. Estas herramientas permiten explorar relaciones entre expresiones gráficas, algebraicas y numéricas, favoreciendo el análisis de conceptos asociados con la variación. Ziatdinov y Valles (2022), Chytas et al. (2024) y Maxil (2025) amplían estas posibilidades mediante modelización, programación, simulación y pensamiento computacional, incorporando formas de exploración más dinámicas. En conjunto, estos estudios muestran que la tecnología puede favorecer el análisis de fenómenos y la construcción de relaciones matemáticas. Sin embargo, su integración requiere una intención didáctica que oriente las acciones de los estudiantes y evite reducir su uso a la simple visualización o ejecución de procedimientos. La modelización ofrece una posibilidad para organizar estas herramientas a partir de situaciones contextualizadas, mientras que el razonamiento variacional permite centrar la atención en cómo cambian y se relacionan las cantidades.

Referencias

Aguilar-Salinas, W. E., Fuentes-Lara, M. de las, Justo-López, A. C., & Martínez-Molina, A. D. (2021). Propuesta para el tratamiento de problemas de tasas de variación relacionadas mediante el uso de GeoGebra: Un estudio de casos. Formación Universitaria, 14(5), 95–106. https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000500095

Al Dehaybes, M., Deprez, J., van Kampen, P., & De Cock, M. (2025). Students' understanding of two-variable calculus concepts in mathematics and physics contexts. Physical Review Physics Education Research, 21. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.21.010132

Antonio, R., Escudero, D. I., & Flores, E. (2019). Una introducción al concepto de derivada en estudiantes de bachillerato a través del análisis de situaciones de variación. Educación Matemática, 31(1), 258–280. https://doi.org/10.24844/EM3101.10

Ariza, Á., & Llinares, S. (2009). Sobre la aplicación y uso del concepto de derivada en el estudio de conceptos económicos en estudiantes de bachillerato y universidad. Enseñanza de las Ciencias, 27(1), 121–136. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3667

Artigue, M. (1995). La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. En M. Artigue, R. Douady, L. Moreno & P. Gómez (Eds.), Ingeniería didáctica en educación matemática: un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (pp. 97–140). Grupo Editorial Iberoamérica. https://hdl.handle.net/1992/40560

Ayala, M. A., & Luna, R. L. (2025). EL uso de GeoGebra para la comprensión de la derivada implícita en ingeniería. Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE. ISSN: 2600-6030, 8(16), 376–386. https://doi.org/10.56124/sapientiae.v8i16.021

Banerjee, P., Dogbey, J., & Bruun, F. (2025). Rate of change involving two covarying quantities: Grades 9–12 students' understanding and difficulties. Asian Journal for Mathematics Education, 4(4), 588–614. https://doi.org/10.1177/27527263251389233

Bingolbali, E., Monaghan, J., & Roper, T. (2007). Engineering students' conceptions of the derivative and some implications for their mathematical education. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 38(6), 763–777. https://doi.org/10.1080/00207390701453579

Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? Journal of Mathematical Modelling and Application, 1(1), 45–58. https://www.researchgate.net/publication/279478754_Mathematical_Modelling_Can_It_Be_Taught_And_Learnt

Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), Mathematical modelling: Education, engineering and economics (pp. 222–231). Horwood Publishing. https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221

Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. ZDM Mathematics Education, 38(2), 86–95. https://doi.org/10.1007/BF02655883

Borromeo Ferri, R. (2018). Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9

Bulut, N., & Borromeo Ferri, R. (2025). Uniting mathematical modelling and education for sustainable development in preservice primary teacher education. Education Sciences, 15(2), 248. https://doi.org/10.3390/educsci15020248

Carlson, M., Jacobs, S., Coe, E., Larsen, S., & Hsu, E. (2002). Applying covariational reasoning while modeling dynamic events: A framework and a study. Journal for Research in Mathematics Education, 33(5), 352–378. https://doi.org/10.2307/4149958

Chytas, C., van Borkulo, S. P., Drijvers, P., Barendregt, W., & van den Heuvel-Panhuizen, M. (2024). Computational thinking in secondary mathematics education with GeoGebra: Perspectives from an intervention in calculus lessons. Digital Experiences in Mathematics Education, 10, 228–259. https://doi.org/10.1007/s40751-024-00141-0

Duval, R. (2006). Un análisis cognitivo de los problemas de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas. Educational Studies in Mathematics, 61(1–2), 103–131. https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z

Fiallo, J. E., & Rodríguez, G. (2019). Situaciones a-didácticas para la enseñanza de la derivada como razón de cambio mediante el uso de software de geometría dinámica. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, 32(2), 141–149. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C. https://clame.org.mx/documentos/alme32_2.pdf

Hitt, F. (2005). Dificultades en el aprendizaje del cálculo. En J. C. Cortés & F. Hitt (Eds.), Reflexiones sobre el aprendizaje del cálculo y su enseñanza (pp. 81–107). Morevallado Editores. Recuperado de https://es.scribd.com/document/379257414/Dificultades-en-el-aprendizaje-del-calcu-pdf

Hitt, F. (2018). Nuevas Tendencias En La Enseñanza Del Cálculo: La Derivada En Ambientes TICE. Revista AMIUTEM, 2(2), 1–19. https://doi.org/10.65685/amiutem.v2i2.23

Jones, S. R. (2017). An exploratory study on student understandings of derivatives in real-world, non-kinematics contexts. The Journal of Mathematical Behavior, 45, 95–110. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2016.11.002

Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. ZDM Mathematics Education, 38, 302–310. https://doi.org/10.1007/BF02652813

Larios, V., Páez, R. E., & Moreno, H. (2021). Significados sobre la derivada evidenciados por alumnos de carreras de Ingeniería en una universidad mexicana. AIEM. Avances de Investigación en Educación Matemática, 20, 105–124. https://doi.org/10.35763/aiem20.3948

Lesh, R., Doerr, H. M., Carmona, G., & Hjalmarson, M. (2003). Beyond Constructivism. Mathematical Thinking and Learning, 5(2–3), 211–233. https://doi.org/10.1080/10986065.2003.9680000

Maxil, G. (2025). Aprendizaje de la derivada en estudiantes de bachillerato mediante tecnología Arduino, NetLogo y GeoGebra [Tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. https://hdl.handle.net/20.500.12371/28567

Orton, A. (1983). Students' understanding of differentiation. Educational Studies in Mathematics, 14(3), 235–250. https://doi.org/10.1007/BF00410540

Pérez, O., Pujols, A., Báez, A., & Gibert, R. (2025). Dualidad proceso-objeto en la formación de conceptos matemáticos: Una revisión sistemática. Revista San Gregorio, 1(62), 93–103. http://dx.doi.org/10.36097/rsan.v1i62.3561

Pino-Fan, L. R., Castro, W. F., Godino, J. D., & Font, V. (2013). Idoneidad epistémica del significado de la derivada en el currículo de bachillerato. Paradigma, 34(2), 123–150. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1011-22512013000200008&script=sci_arttext

Pino-Fan, L. R., Font, V., Gordillo, W., Larios, V., & Breda, A. (2018). Analysis of the meanings of the antiderivative used by students of the first engineering courses. International Journal of Science and Mathematics Education, 16(6), 1091-1113. Pino-Fan, L. R., Godino, J. D., & Font, V. (2011). Faceta epistémica del conocimiento didáctico-matemático sobre la derivada. Educação Matemática Pesquisa, 13(1), 141–178. https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/4423

Santos-Trigo, M., Camacho-Machín, M., & Barrera-Mora, F. (2024). Focusing on fundamental ideas of calculus to understand the concept of derivative through problem-solving tasks involving dynamic geometry systems. ZDM Mathematics Education, 56, 1287–1301. https://doi.org/10.1007/s11858-024-01607-6

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. En D. A. Grouws (Ed.), Handbook of research on mathematics teaching and learning (pp. 334–370). Macmillan. https://doi.org/10.1177/002205741619600202

Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. Educational Studies in Mathematics, 22, 1–36. https://doi.org/10.1007/BF00302715

Thompson, P. W. (1994). The development of the concept of speed and its relationship to concepts of rate. En G. Harel & J. Confrey (Eds.), The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics (pp. 181–234). State University of New York Press. https://pat-thompson.net/PDFversions/1994ConceptSpeedRate.pdf

Vrancken, S., & Engler, A. (2013). Estudio de la derivada desde la variación y el cambio: Análisis histórico-epistemológico. Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 33, 53–70. https://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/804

Wiegand, S., & Borromeo Ferri, R. (2023). Fostering prospective teachers' professionalism in STEM and education for sustainable development through mathematical modelling activities. ZDM Mathematics Education, 55, 1269–1282. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01500-8

Ziatdinov, R., & Valles, J. R., Jr. (2022). Synthesis of modeling, visualization, and programming in GeoGebra as an effective approach for STEM education. Mathematics, 10(3), 398. https://doi.org/10.3390/math10030398

Ponencia III-16 | Viernes 16 de octubre de 2026

GENERALIZACIÓN DE PATRONES FIGURALES EN EL NIVEL SUPERIOR: DIAGNÓSTICO Y RUTA DIDÁCTICA MEDIADA CON GEOGEBRA

Dávila Araiza María Teresa, Romero Félix César Fabián

Universidad de Sonora, México.

maria.davila@unison.mx, cesar.romero@unison.mx

Nivel medio superior y superior, reporte de investigación, Pensamiento Algebraico.

Palabras clave: patrones, descomposición figural, generalización, GeoGebra.

La ponencia muestra los primeros avances de un proyecto de intervención didáctica que pretende favorecer el razonamiento algebraico de estudiantes universitarios, específicamente aquellos rasgos ligados a la generalización algebraica de patrones en secuencias figurales, mediante la promoción de estrategias de descomposición figural mediadas por GeoGebra.

En un primer momento, en la ponencia se mostrarán avances de la fase de diagnóstico del proyecto, correspondientes a un estudio exploratorio sobre dificultades, estrategias y niveles de generalización de estudiantes universitarios al intentar resolver problemas de generalización de patrones en secuencias de figuras con progresión aritmética de primer y segundo orden.

En un segundo momento, se esbozará una posible ruta didáctica, mediada por GeoGebra para el desarrollo de estrategias de descomposición figural que favorezcan la generalización algebraica de patrones en estudiantes universitarios, mediante la manipulación digital de distintas partes en las que se pueden descomponer figuras de una secuencia dada para hacer notar distintos patrones que relacionan el número de la figura con la cantidad de elementos en cada una de dichas partes que la componen.

El estudio de las estrategias para resolver las tareas de generalización de patrones se realizará con base en la clasificación presentada en Cetina-Vázquez y Cabañas-Sánchez (2022): contar a partir de un dibujo, encontrar diferencias, fragmentar, establecer una relación funcional y objeto-entero. El análisis de niveles de generalización puestos de manifiesto por los estudiantes se llevará a cabo con base en las capas de generalidad propuestas por Radford (2010) y la estructura de la generalización algebraica de secuencias figurales de Radford (citado en Vergel, 2015).

El estudio exploratorio se llevó a cabo con un grupo de 35 estudiantes del primer semestre de una licenciatura del área de ciencias biológicas en una universidad pública de México durante 10 sesiones de 45 minutos. La información consiste en respuesta escritas por los estudiantes a 4 tareas (que se describirán a continuación) y notas de campo de la investigadora.

Tarea 1. Se entregó a los estudiantes una secuencia de cuatro figuras (Ilustración 1) y se les pidió calcular la cantidad de elementos de términos cercanos (5, 9 y 12), no tan cercanos

(término 24) y lejanos (término 97). También se les pidió escribir una fórmula para calcular la cantidad de elementos en cualquier figura solicitada de la secuencia.



Ilustración 1. Secuencia figural de la Tarea 1

Tarea 2. Se les proporcionaron imágenes de figuras distintas de la secuencia (Ilustración 2) y se les pidió identificar a qué términos de la secuencia correspondía.

Ilustración 2. Ejemplo de figuras mostradas en la Tarea 2

Tarea 3. Se les entregó una hoja con cuatro secuencias distintas (Ilustración 3) y se les pidió elegir una de ellas y calcular cuántos cuadraditos tendrían figuras cercanas (1 y 6), no tan cercanas (12) y lejanas (50). Además, se les pidió proporcionar una fórmula para calcular la cantidad de cuadraditos de cualquier figura que se les pidiera.

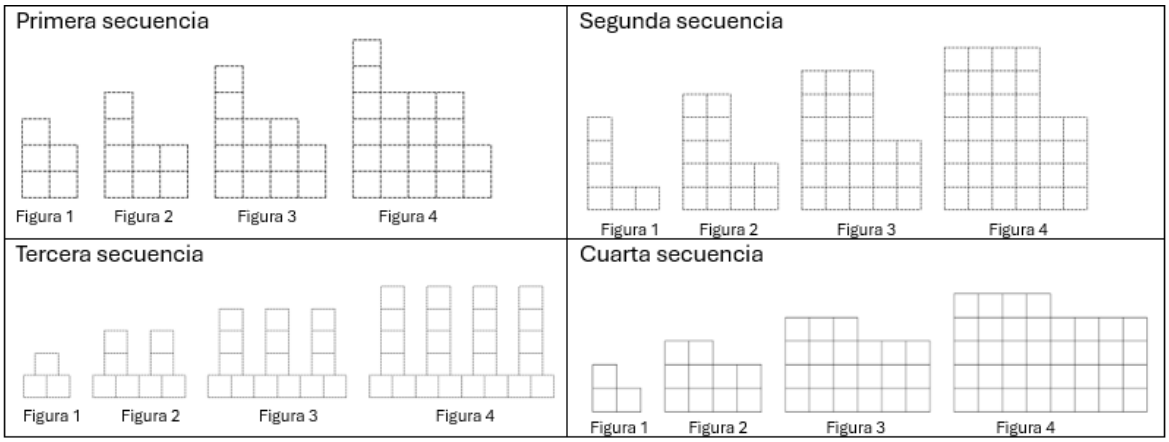


Ilustración 3. Secuencias de la tarea 3

Tarea 4. Los estudiantes resolvieron tareas que ya no solicitaban calcular el número de elementos de las figuras de la secuencia, sino que les solicitaban explicar cómo construir la figura siguiente a las figuras dadas, identificar a qué término corresponde una figura no tan cercana y, finalmente, explicar cómo construirían una figura cercana, lejana y cualquier figura solicitada. Primero, estas tareas se realizaron con dos secuencias figurales lineales y posteriormente con dos secuencias figurales cuadráticas.

La formulación del proyecto de intervención y la realización del estudio exploratorio responden a la necesidad de diagnosticar e intervenir en el nivel universitario, ya que la investigación en educación matemática sobre pensamiento (y razonamiento) algebraico se ha enfocado en la educación elemental o básica, dejando un hueco importante en la educación media superior y

en el nivel universitario. En la investigación en educación matemática, la enseñanza y el aprendizaje del álgebra han sido siempre temáticas de primera importancia y motivos de abundante producción científica, mayormente en la educación primaria y secundaria. Una muestra de ello se puede apreciar en las amplias y detalladas revisiones bibliográficas realizadas por Kieran (2006), Carraher y Schielman (2007), Kieran y Filloy (1989), por mencionar algunas; en las entradas sobre álgebra y álgebra temprana de la Enciclopedia de Educación Matemática de Kieran (2020) y Carraher y Schielman (2020), respectivamente. Sin embargo, Sibgatullin et al. (2022) realizaron una revisión sistemática de literatura publicada de 2013 a 2021en las bases de datos ERICC y SCOPUS, sobre investigación empírica en torno al pensamiento algebraico. Estos autores reportan que los estudios realizados con estudiantes de primaria y secundaria son los más abundantes, y no reportaron ninguna investigación con estudiantes universitarios.

Algunas de las dificultades que los estudiantes presentan en el aprendizaje del álgebra elemental han sido recogidas por distintos autores como Kieran (2004), Kieran y Filloy (1989), Warren, Trigueros y Ursini (2016), destacando su relación con cambios de pensamiento requeridos en el terreno del álgebra con respecto a la aritmética:

Énfasis en las relaciones y no meramente en el cálculo de una respuesta numérica.

Importancia de representar y resolver problemas más que en obtener una respuesta.

Uso de literales y números.

Establecimiento de equivalencia entre expresiones con base en propiedades y no en evaluación de valores numéricos.

Nueva forma de ver el signo igual.

Convenciones en la notación.

Sin embargo, en la experiencia diaria como docentes en nivel superior es posible percatarse que las dificultades de los estudiantes con el álgebra no desaparecen al ingresar a la universidad.

Referencias:

Carraher, D. y Schielman, A. (2007). Early algebra and algebraic reasoning. En F. K. Lester (Ed.). Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning (pp. 669-705). USA: NTCM.

Carraher, D. y Schielman, A. (2020). Early Algebra Teaching and Learning. En S. Lerman (ed.), Encyclopedia of Mathematics Education (pp. 249-252). https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0

Cetina-Vázquez, M., Cabañas-Sánchez, G. (2022). Estrategias de generalización de patrones y sus diferentes formas de uso en quinto grado. Enseñanza de las ciencias, 40 (1), 65-86. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3096

Kieran, C. (2006). Research on the learnign and the teaching of algebra. A Broadening of sources of meaning. A. Gutiérrez y P. Boero (Eds.), Handbook of research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future (pp. 11-49). Rotterdam: Sense Publishers.

Kieran, C. (2020). Algebra Teaching and Learning. En S. Lerman (ed.), Encyclopedia of Mathematics Education (pp. 36-43). https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0

Radford, L. (2010). Layers of generality and types of generalization in pattern activities. PNA, 4(2), 37-62.

Sibgatullin, I., Korzhuev, A., Khairullina, E., Sadykova, A., Baturina, R. y Chauzova, V. (2022). A systematic review on algebraic thinking in education. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 18(1). https://doi.org/10.29333/ejmste/11486

Vergel, R. (2015). Generalización de patrones y formas de pensamiento algebraico temprano. PNA, 9(3), 193-215.

IV. Modelación

Ponencias simultáneas

Ponencia IV-14 | Viernes 16 de octubre de 2026

ROBÓTICA EDUCATIVA PARA CONTEXTUALIZAR EL CÁLCULO DEL CENTROIDE EN INGENIERÍA

Carlos Enrique Maciel García, Luis Enrique Salvador Cano
Jorge Rubén Morfin Orozco, Favio Rey Lúa Madrigal, Rafael Pantoja González

carlos.mg@cdguzman.tecnm.mx, luis.sc@cdguzman.tecnm.mx, jorge.mo@cdguzman.tecnm.mx, favio.lm@cdguzman.tecnm.mx, rafael.pg@cdguzman.tecnm.mx
Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, TNM, SEP. Jalisco, México

Palabras clave: centroide, robótica educativa, matemáticas aplicadas, modelado tridimensional, ingeniería.

Resumen

La enseñanza de conceptos matemáticos en ingeniería representa un reto cuando estos se presentan de manera abstracta y sin una relación evidente con aplicaciones reales. El presente trabajo describe una experiencia educativa en la que se empleó el diseño y construcción de un robot autónomo buscador como estrategia para contextualizar el cálculo del centroide. El prototipo fue desarrollado para localizar y desplazar conos fuera de una plataforma delimitada, por lo que la geometría del chasis y la distribución de sus componentes constituyeron aspectos relevantes para su funcionamiento. Mediante SolidWorks se realizó el modelado tridimensional del chasis y, a partir de su descomposición en figuras geométricas simples, se calcularon áreas y momentos de área para determinar las coordenadas de su centroide. El análisis matemático se utilizó posteriormente como referencia para la distribución de los componentes y la construcción del prototipo mediante impresión 3D. La experiencia permitió vincular geometría, cálculo de centroides, modelado tridimensional y robótica en una situación auténtica de ingeniería, mostrando el potencial de la robótica educativa para contextualizar contenidos matemáticos en la formación de estudiantes de ingeniería.

Keywords: Centroid, Educational robotics, Applied mathematics, Three-dimensional modeling, Engineering education.

Abstract

The teaching of mathematical concepts in engineering poses a challenge when these concepts are presented in an abstract manner without a clear connection to real-world applications. This paper describes an educational experience in which the design and construction of an autonomous search robot were used as a strategy to contextualize centroid calculation. The prototype was developed to locate and move cones outside a delimited platform; therefore, chassis geometry and component distribution were relevant aspects of its operation. SolidWorks was used for three-dimensional modeling of the chassis, which was decomposed into simple geometric shapes to calculate areas and first moments of area and determine its centroid coordinates. The mathematical analysis was subsequently used as a reference for component distribution and the construction of the prototype through 3D printing. The experience connected geometry, centroid calculation, three-dimensional modeling, and robotics within an authentic engineering situation, showing the potential of educational robotics to contextualize mathematical content in engineering education.

Introducción

En la formación de estudiantes de ingeniería, uno de los principales retos en la enseñanza de las matemáticas consiste en lograr que los conceptos abstractos puedan relacionarse con aplicaciones reales y funcionales. Temas como geometría analítica, cálculo de áreas, centroides y distribución de masa suelen percibirse como procedimientos aislados y alejados de su contexto profesional, dificultando la apropiación significativa del conocimiento matemático por parte de los estudiantes.

En años recientes, la integración de tecnologías digitales, modelado tridimensional y robótica educativa ha permitido generar entornos de aprendizaje más dinámicos e interdisciplinarios. Diversos trabajos han demostrado que el desarrollo de sistemas robóticos favorece la aplicación práctica de conceptos matemáticos, geométricos y de control en estudiantes de ingeniería (Maciel García et al., 2025; Salvador Cano et al., 2025).

Dentro del diseño mecánico y la robótica autónoma, el cálculo del centroide o centro de masa representa un elemento fundamental para el desarrollo de estructuras estables y funcionales. Una distribución inadecuada del peso puede provocar desviaciones en la trayectoria, pérdida de estabilidad y disminución del desempeño del sistema robótico. Debido a ello, el análisis geométrico aplicado al cálculo de centroides deja de ser únicamente un procedimiento teórico para convertirse en una herramienta indispensable dentro del proceso de diseño.

En este contexto, el modelado tridimensional mediante herramientas CAD como SolidWorks ofrece una oportunidad para contextualizar conceptos matemáticos dentro de escenarios cercanos al estudiante. A través del diseño de un robot autónomo tipo buscador, desarrollado para detectar y desplazar objetos fuera de un área delimitada, los estudiantes aplicaron procedimientos relacionados con geometría compuesta, cálculo de áreas y determinación de centroides como parte del proceso de optimización mecánica del prototipo.

El desarrollo del proyecto permitió integrar conocimientos de matemáticas, diseño asistido por computadora y robótica educativa, promoviendo un aprendizaje interdisciplinario orientado a la resolución de problemas reales. Asimismo, favoreció la visualización espacial y la comprensión del impacto que tienen las decisiones matemáticas sobre el comportamiento físico y funcional de un sistema autónomo.

El presente trabajo describe la experiencia de diseño y análisis geométrico aplicada al desarrollo de un robot autónomo educativo, centrándose particularmente en el cálculo del centroide como estrategia para contextualizar el aprendizaje matemático en estudiantes de ingeniería.

Referente teórico

La enseñanza de las matemáticas en programas de ingeniería representa un desafío constante debido a la dificultad que presentan muchos estudiantes para relacionar los conceptos teóricos con aplicaciones reales. Temas como geometría analítica, cálculo de áreas, modelado espacial y análisis de centroides suelen abordarse de manera tradicional mediante ejercicios abstractos y repetitivos, provocando desinterés y dificultades en la comprensión conceptual. Ante esta problemática, diferentes enfoques educativos han buscado incorporar herramientas

tecnológicas y metodologías activas que permitan contextualizar el aprendizaje matemático dentro de escenarios cercanos al entorno profesional del estudiante.

La robótica educativa se ha consolidado como una herramienta para generar experiencias interdisciplinarias dentro de la educación STEM. Un meta-análisis reciente encontró un efecto positivo moderado de las actividades de robótica sobre el aprendizaje STEM y efectos favorables sobre el desempeño académico y las actitudes de los estudiantes (Ouyang & Xu, 2024). Estos resultados respaldan el empleo de sistemas robóticos como escenarios donde los contenidos matemáticos pueden adquirir una función dentro de problemas tecnológicos concretos.

Uno de los enfoques con mayor crecimiento en los últimos años es el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el cual propone que los estudiantes desarrollen conocimientos y habilidades mediante la resolución de problemas reales y la construcción de productos funcionales. Este enfoque favorece la integración interdisciplinaria y promueve una participación activa del estudiante durante el proceso de aprendizaje. De acuerdo con Thomas (2000), el aprendizaje basado en proyectos fortalece la capacidad de análisis, la toma de decisiones y la aplicación práctica del conocimiento en contextos auténticos.

De manera complementaria, el enfoque STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) busca integrar áreas científicas y tecnológicas mediante experiencias prácticas donde las matemáticas dejan de percibirse como una disciplina aislada y se convierten en una herramienta para resolver problemas de ingeniería y diseño. En este contexto, la robótica educativa ha adquirido gran relevancia debido a su capacidad para combinar programación, electrónica, diseño mecánico y razonamiento matemático dentro de actividades motivadoras y funcionales.

La integración de la robótica en la educación STEM ha sido ampliamente estudiada durante los últimos años. Darmawansah et al. (2023), mediante una revisión sistemática de la literatura, identificaron que las experiencias educativas basadas en robótica se han desarrollado principalmente en contextos interdisciplinarios que articulan ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Los autores destacan además la diversidad de estrategias pedagógicas y tecnologías utilizadas, evidenciando el potencial de la robótica como recurso para generar experiencias de aprendizaje en las que convergen distintas áreas del conocimiento.

Sin embargo, la incorporación de robots por sí misma no garantiza un mejor aprendizaje. La literatura reciente señala que los efectos de la robótica educativa dependen de variables como la disciplina, las características de la actividad, el acompañamiento docente y la forma en que se integran los contenidos académicos (Ouyang & Xu, 2024). Por ello, resulta necesario que el contenido matemático sea incorporado explícitamente dentro de las decisiones de diseño y no únicamente utilizado como un recurso auxiliar.

Autores como Papert (1980) establecen que el aprendizaje se fortalece cuando el estudiante construye objetos significativos y puede observar de manera tangible el resultado de sus decisiones. Bajo esta perspectiva construccionista, la robótica educativa permite que conceptos matemáticos abstractos puedan visualizarse y aplicarse en situaciones reales, favoreciendo el aprendizaje significativo y el desarrollo del pensamiento lógico y espacial.

El aprendizaje basado en proyectos continúa ocupando un lugar relevante en la educación matemática contemporánea. Un análisis bibliométrico de 246 trabajos publicados entre 2006 y 2025 identificó una creciente relación entre ABP, educación STEM y aprendizaje apoyado por tecnología, destacando su utilización para promover la resolución de problemas y la aplicación del conocimiento matemático en situaciones contextualizadas (Hanafi et al., 2025).

Dentro de los procesos de diseño mecánico, el cálculo del centroide o centro de masa representa un concepto fundamental en áreas relacionadas con ingeniería, manufactura y robótica. El centroide corresponde al punto geométrico donde se considera concentrada el área o la masa de un cuerpo, permitiendo analizar estabilidad, equilibrio y distribución de cargas. En aplicaciones robóticas móviles, una distribución incorrecta del centro de masa puede afectar directamente el desplazamiento, la estabilidad y el desempeño general del sistema autónomo.

El análisis de centroides requiere la aplicación de conceptos matemáticos relacionados con geometría compuesta, cálculo de áreas y operaciones algebraicas. En figuras irregulares, el cálculo del centroide se obtiene mediante la suma ponderada de áreas parciales y sus respectivas coordenadas. Las expresiones matemáticas utilizadas para determinar las coordenadas del centroide son las siguientes:

$$\bar{x} = \frac{\sum A_i x_i}{\sum A_i}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i}$$

donde representa el área de cada figura parcial y , corresponden a las coordenadas de su centro geométrico.$A_i x_i y_i$

La incorporación de modelos tridimensionales y manufactura aditiva permite extender el análisis matemático desde la representación gráfica hacia un objeto físico. Estudios recientes en educación en ingeniería señalan que la utilización de modelos 3D puede favorecer la visualización espacial y facilitar el análisis de sistemas mecánicos, particularmente cuando su fabricación forma parte de actividades basadas en proyectos (Monroy-Peláez et al., 2025).

El uso de herramientas CAD como SolidWorks permite facilitar la visualización espacial y el análisis geométrico durante el diseño de prototipos robóticos. Estas plataformas favorecen la interpretación de dimensiones, restricciones geométricas y distribución de componentes, permitiendo que los estudiantes relacionen directamente los cálculos matemáticos con el comportamiento físico del sistema diseñado.

La visualización de representaciones tridimensionales constituye un recurso relevante en la formación en ingeniería. En este sentido, investigaciones recientes sobre tecnologías de visualización, como la realidad aumentada, señalan su potencial para favorecer la visualización, la interacción y la comprensión de contenidos en diferentes disciplinas de ingeniería (Suhail et al., 2024).

Diversos trabajos relacionados con robótica educativa y diseño de prototipos han mostrado que la integración de modelado tridimensional, manufactura aditiva y programación favorece el aprendizaje interdisciplinario y la contextualización de conceptos matemáticos en estudiantes

de ingeniería (Maciel García et al., 2025; Salvador Cano et al., 2025). En este sentido, el diseño de robots autónomos representa una estrategia didáctica que permite fortalecer competencias matemáticas mediante la resolución de problemas reales asociados con estabilidad, navegación y optimización mecánica.

Particularmente en educación matemática, la robótica educativa ha sido analizada como una herramienta para vincular conceptos abstractos con actividades prácticas. Zhong y Xia (2020), mediante una revisión sistemática de investigaciones sobre el uso de robótica educativa en matemáticas, identificaron aplicaciones relacionadas con diferentes contenidos matemáticos y señalaron su potencial para favorecer experiencias de aprendizaje en las que los estudiantes utilizan conocimientos matemáticos durante la resolución de problemas y la interacción con sistemas robóticos. Los autores también advierten que la evidencia disponible presenta diferencias metodológicas entre los estudios, por lo que resulta necesario continuar investigando bajo qué condiciones la robótica contribuye al aprendizaje matemático.

Metodología

El presente trabajo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y descriptivo, centrado en la implementación de una estrategia didáctica basada en robótica educativa y modelado tridimensional para contextualizar conceptos matemáticos relacionados con geometría y cálculo de centroides en estudiantes de ingeniería.

La actividad fue aplicada con estudiantes de nivel superior pertenecientes a áreas de ingeniería, quienes participaron en el diseño y construcción de un robot autónomo tipo buscador, desarrollado para detectar y desplazar objetos fuera de un área delimitada. El proyecto integró herramientas de diseño CAD, manufactura aditiva, programación y análisis matemático como parte del proceso de desarrollo del prototipo.

La metodología se estructuró en cinco etapas principales.

Análisis del problema y restricciones de diseño

En una primera etapa se presentó a los estudiantes el reto de desarrollar un robot autónomo capaz de localizar y remover conos dentro de una plataforma delimitada por líneas negras. A partir de este planteamiento se analizaron las restricciones físicas y mecánicas del sistema, considerando dimensiones, ubicación de componentes electrónicos, estabilidad y distribución del peso.

Durante esta fase se promovió la identificación de variables geométricas necesarias para el diseño del chasis, así como la importancia del centroide en el comportamiento físico del robot.

Diseño geométrico y modelado tridimensional

Posteriormente, los estudiantes realizaron el diseño del chasis utilizando el software SolidWorks, herramienta empleada para el modelado tridimensional del prototipo. Durante esta etapa se definieron dimensiones, perforaciones, espacios para sensores y distribución de componentes electrónicos.

El diseño consideró la integración de motores, sensores, batería y tarjeta de control, buscando mantener una estructura compacta y funcional. Asimismo, se realizaron modificaciones geométricas orientadas a mejorar estabilidad, movilidad y distribución del peso dentro del robot.

El modelado tridimensional permitió relacionar la representación espacial del chasis con conceptos geométricos aplicados al diseño.

Cálculo del centroide y análisis matemático

Como parte central de la estrategia didáctica, se realizó el análisis matemático del chasis mediante el cálculo del centroide utilizando geometría compuesta. Para ello, la estructura del robot fue dividida en figuras geométricas simples, permitiendo calcular áreas parciales y sus coordenadas respectivas.

Las coordenadas del centroide fueron determinadas mediante las ecuaciones:

$$\bar{x} = \frac{\sum A_i x_i}{\sum A_i}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i}$$

A partir de estos cálculos, los estudiantes analizaron la relación existente entre la distribución geométrica del chasis y el comportamiento dinámico del robot. Asimismo, se realizaron ajustes en la ubicación de componentes para optimizar el equilibrio y reducir desviaciones durante el desplazamiento autónomo.

Fabricación y ensamblaje del prototipo

Una vez finalizado el diseño, las piezas del robot fueron fabricadas mediante impresión 3D utilizando material PLA de 1.75 mm. Posteriormente se realizó el ensamblaje mecánico y electrónico del sistema, integrando motores tipo Pololu, sensores VL53L0X, sensores QRE1113, microcontrolador ESP32 y una PCB diseñada específicamente para el prototipo.

Durante esta etapa los estudiantes identificaron de manera práctica la importancia de la distribución de masa y su impacto en la estabilidad y desempeño del sistema autónomo.

Pruebas funcionales y análisis del desempeño

Finalmente, se realizaron pruebas de funcionamiento dentro de una pista de competencia simulada. Se evaluó el comportamiento del robot considerando estabilidad, desplazamiento, detección de obstáculos y capacidad para remover objetos de la plataforma.

Las pruebas permitieron que los estudiantes relacionaran los resultados obtenidos con las decisiones matemáticas y geométricas tomadas durante el proceso de diseño, particularmente con conceptos asociados con geometría aplicada, centroides y distribución de masa en sistemas robóticos autónomos.

Resultados

La aplicación de la estrategia permitió desarrollar un prototipo funcional de robot autónomo buscador, cuyo diseño integró el análisis matemático del centroide como parte del proceso de

desarrollo mecánico. El robot fue diseñado para detectar obstáculos y desplazarlos hacia el exterior de una superficie delimitada por líneas negras, por lo que fue necesario considerar la geometría del chasis y la distribución de sus componentes para favorecer un desplazamiento estable.

El primer resultado fue la obtención de un modelo tridimensional del chasis mediante SolidWorks. El diseño permitió establecer las dimensiones generales de la estructura y determinar los espacios destinados a motores, sensores, batería y componentes electrónicos. Asimismo, se incorporaron modificaciones geométricas para colocar sensores en las zonas frontal, lateral e inferior del prototipo. El proceso de diseño no se limitó a la representación tridimensional del robot, sino que requirió analizar la posición de sus elementos con la finalidad de reducir posibles desbalances durante su desplazamiento.

Para determinar geométricamente el centroide del chasis, su superficie fue descompuesta en seis figuras. Las regiones correspondientes a material retirado fueron consideradas como áreas negativas, mientras que las regiones pertenecientes al cuerpo del chasis se consideraron positivas. Esta representación permitió transformar una geometría irregular en un conjunto de formas geométricas susceptibles de analizarse mediante cálculo de áreas y momentos de área.

El procedimiento produjo una suma algebraica de áreas de 333.1 cm². Asimismo, se obtuvieron las sumatorias de los productos utilizados para determinar las coordenadas del centroide: 2273.4075 para uno de los ejes y 2405.6 para el otro. A partir de los valores registrados en la memoria técnica, las coordenadas correspondientes pueden obtenerse mediante el cociente entre cada momento de área y el área total:

$$\bar{x} = \frac{2273.4075}{333.1} \approx 6.825 \text{ cm}$$

$$\bar{y} = \frac{2405.6}{333.1} \approx 7.223 \text{ cm}$$

De esta manera, el centroide geométrico calculado se localizó aproximadamente en las coordenadas (6.825 cm, 7.223 cm) respecto al sistema de referencia empleado para el análisis del chasis.

El análisis matemático fue utilizado posteriormente como referencia para posicionar estratégicamente los componentes del prototipo. La documentación del proyecto señala específicamente que se realizaron cálculos para optimizar el control del centroide y que la geometría del chasis fue modificada para integrar los diferentes elementos requeridos por el sistema. Esto permitió relacionar directamente el cálculo matemático con una decisión concreta de diseño, en lugar de abordarlo únicamente como un procedimiento analítico independiente.

Una vez definido el diseño, el chasis, los rines y los moldes utilizados para fabricar las llantas fueron producidos mediante impresión 3D en PLA de 1.75 mm. El prototipo final integró un microcontrolador ESP32, motores con reducción 30:1, sensores de distancia VL53L0X, sensores de reflectancia QRE1113, controlador de motores TB6612FNG y una batería LiPo de

11.1 V. La memoria técnica reporta aproximadamente 90 horas de desarrollo, incluyendo diseño, impresión de piezas, fabricación de la PCB, ensamblaje, programación y procesos iterativos de prueba y mejora.

Finalmente, el prototipo logró integrar la detección de objetos, detección de los límites de la superficie y control autónomo de movimiento. El sistema utiliza sensores de distancia para identificar objetos y sensores de reflectancia para reconocer las líneas que delimitan el área de operación, modificando su trayectoria de acuerdo con la información obtenida. De esta forma, el producto final permitió materializar el análisis geométrico realizado previamente en un sistema físico funcional.

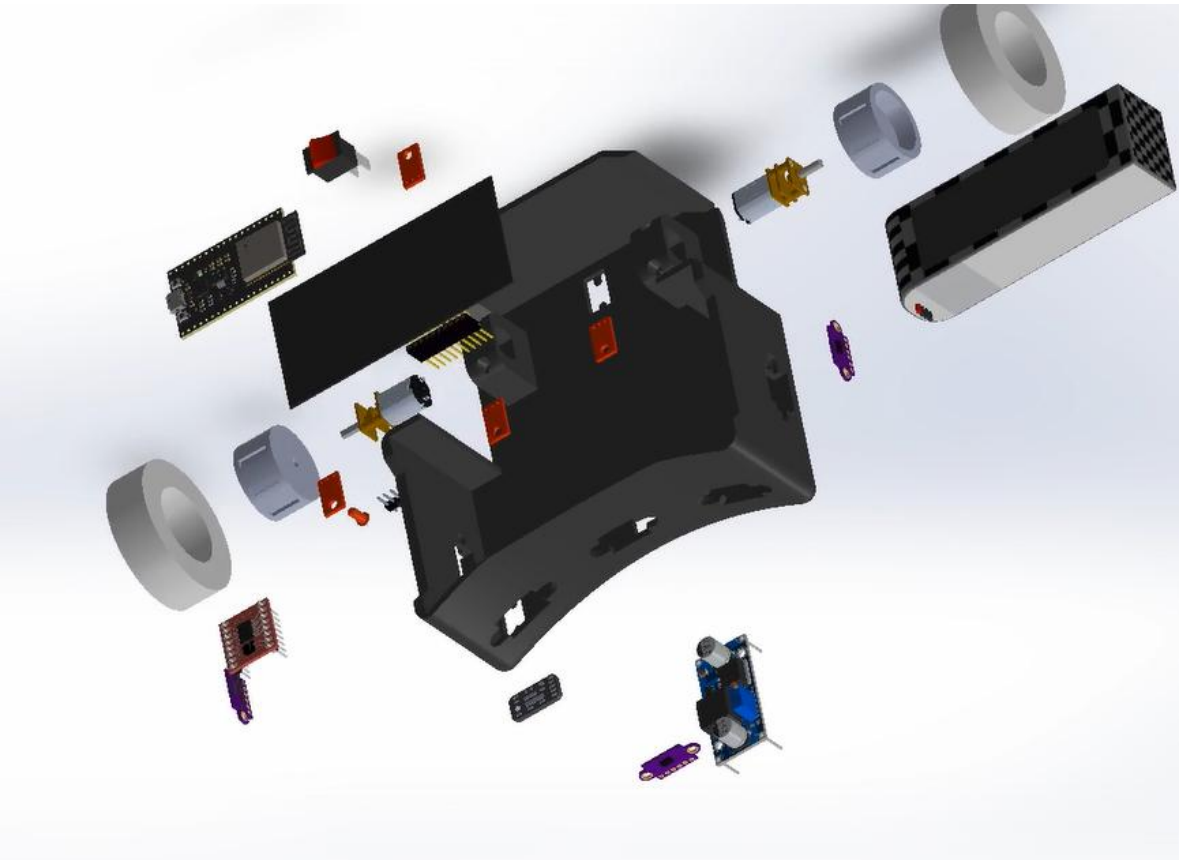


Figura 1. Vista explosionada del diseño del robot autónomo en SolidWorks.

Discusión y conclusiones

El desarrollo del robot autónomo permitió trasladar el cálculo del centroide desde un procedimiento matemático convencional hacia un problema concreto de diseño en ingeniería. La geometría irregular del chasis requirió su descomposición en figuras geométricas simples, la determinación de áreas parciales y el cálculo de momentos de área para establecer la posición del centroide. De esta manera, conceptos matemáticos que habitualmente pueden abordarse mediante ejercicios sobre representaciones bidimensionales fueron utilizados para tomar decisiones relacionadas con un objeto físico que posteriormente fue fabricado y probado.

Uno de los aspectos relevantes de la experiencia fue la relación establecida entre la representación matemática y el modelado tridimensional. El diseño realizado en SolidWorks

permitió visualizar la geometría del chasis y considerar la ubicación de los diferentes componentes antes de su fabricación. Posteriormente, el análisis mediante áreas compuestas proporcionó un procedimiento matemático para determinar el centroide de la estructura. En la documentación del proyecto se señala que estos cálculos fueron utilizados para posicionar estratégicamente los componentes y optimizar el control del centroide del dispositivo.

Esta relación entre cálculo, modelado y construcción resulta particularmente relevante desde la perspectiva de la enseñanza de las matemáticas en ingeniería. El estudiante no realiza el cálculo del centroide únicamente para obtener un par de coordenadas, sino que puede interpretar físicamente su significado y relacionarlo con decisiones posteriores de diseño. En este sentido, el resultado numérico adquiere una función dentro del proyecto y permite establecer conexiones entre geometría, matemáticas, diseño asistido por computadora y robótica.

La construcción del prototipo permitió además contrastar el modelo diseñado con un sistema físico. El chasis, los rines y los moldes para las llantas fueron modelados en SolidWorks y posteriormente fabricados mediante impresión 3D. La memoria técnica señala que durante el desarrollo se realizaron diferentes iteraciones de prueba y mejora, buscando obtener un diseño ligero, compacto y con una distribución que evitara desviaciones ocasionadas por desbalances en el centro de masa. Esto muestra que el análisis matemático estuvo vinculado con un proceso iterativo propio de la solución de problemas de ingeniería.

Otro aspecto importante es que el problema planteado no posee una solución exclusivamente matemática. Para que el robot cumpla con la tarea de localizar y retirar objetos de una plataforma se requiere integrar conocimientos de diseño mecánico, electrónica, programación y control. Sin embargo, dentro de este conjunto de conocimientos, el análisis del centroide constituye un ejemplo concreto de cómo las matemáticas intervienen en las decisiones de diseño de un sistema tecnológico. Esta característica permite utilizar proyectos de robótica como escenarios de contextualización, en los cuales los contenidos matemáticos adquieren una finalidad observable para el estudiante.

No obstante, es necesario señalar una limitación de la experiencia. El trabajo desarrollado no incluyó instrumentos específicos para evaluar cuantitativamente el aprendizaje matemático antes y después de la actividad. Por esta razón, los resultados obtenidos permiten documentar la aplicación y contextualización del concepto de centroide, pero no permiten establecer estadísticamente que la estrategia produzca una mejora significativa en el aprendizaje. Esta distinción resulta importante para evitar atribuir al proyecto resultados educativos que no fueron medidos directamente.

Como conclusión, el diseño y construcción del robot autónomo mostró que el cálculo del centroide puede abordarse mediante una situación auténtica de ingeniería en la que las matemáticas participan directamente en la solución de un problema. La descomposición del chasis en figuras geométricas, el cálculo de áreas y momentos, la determinación de las coordenadas del centroide y su posterior consideración durante la distribución de los componentes constituyeron una secuencia que vinculó la representación matemática con el diseño y la fabricación de un prototipo funcional.

Asimismo, la utilización conjunta de SolidWorks, impresión 3D y robótica permitió pasar progresivamente de la representación geométrica al objeto físico. Esta transición ofrece posibilidades didácticas para la enseñanza de conceptos como áreas compuestas, centroides, coordenadas y distribución de masa, particularmente en programas de ingeniería donde resulta conveniente establecer relaciones entre las matemáticas y las situaciones propias de la profesión.

Finalmente, la experiencia sugiere que los proyectos de robótica pueden constituir escenarios apropiados para contextualizar contenidos matemáticos, siempre que estos no sean tratados únicamente como cálculos auxiliares, sino como elementos explícitos del proceso de diseño. Como continuación del trabajo, se propone implementar esta experiencia como una secuencia didáctica formal y evaluar el aprendizaje mediante instrumentos diagnósticos y finales que permitan determinar cuantitativamente su efecto en la comprensión del concepto de centroide.

Referencias

Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: A systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. International Journal of STEM Education, 10, Article 12. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3

Hanafi, N. H., Zakaria, M. I., Ismail, N., & Suhaimee, N. R. A. (2025). Trends and patterns in project-based learning for mathematics education: A global bibliometric analysis. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 13(4), 972–991. https://doi.org/10.46328/ijemst.4876

Maciel García, C. E., Salvador Cano, L. E., Pantoja González, R., & Lúa Madrigal, F. R. (2025). Implementación de una derivada digital para el control de un robot seguidor de línea. Revista AMIUTEM, 13(1), 5–10. https://doi.org/10.65685/amiutem.v13i1.258

Monroy-Peláez, Á. R., Juarez-Acosta, I., Miralrio, A., & Montes de Oca, S. (2025). Implementation of 3D printing as a didactic tool for problem solving of engineering systems and devices. Frontiers in Education, 10, Article 1541586. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1541586

Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. International Journal of STEM Education, 11, Article 7. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4

Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. Basic Books.

Salvador Cano, L. E., Maciel García, C. E., Hernández Ochoa, J. M., & Lúa Madrigal, F. R. (2025). Desarrollo de prototipo robótico de 18 grados de libertad tipo hexápodo. Revista IPSUMTEC, 8(1), 85–91. https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v8i1.362

Suhail, N., Bahroun, Z., & Ahmed, V. (2024). Augmented reality in engineering education: Enhancing learning and application. Frontiers in Virtual Reality, 5, Article 1461145. https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1461145

Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. Autodesk Foundation.

Zhong, B., & Xia, L. (2020). A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. International Journal of Science and Mathematics Education, 18(1), 79–101. https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y

Ponencia IV-16 | Viernes 16 de octubre de 2026

MATENTORNO 3D. DE LA FÓRMULA A LA FORMA: EL PENSAMIENTO MATEMÁTICO ANCLADO EN LA CULTURA, LA TECNOLOGÍA Y LA COMUNIDAD

Juan-Pineda Daniel, Landín Juárez Ulises Said
Centro de Ciencias Matemáticas, UNAM, México

daniel@matmor.unam.mx, ulandin@matmor.unam.mx

Nivel educativo: Formación de profesores, Categoría: Modelación

Palabras clave: impresión 3D, superficies paramétricas, modelación, GeoGebra, entorno

El proyecto “Matemáticas y el Entorno” (Centro de Ciencias Matemáticas, UNAM, Morelia) parte de una propuesta sencilla de enunciar y difícil de instrumentar: los objetos y fenómenos del entorno cotidiano constituyen un punto de partida legítimo (y frecuentemente más fértil que el ejercicio descontextualizado) para la actividad matemática escolar. En sus dos primeros años, el proyecto ha producido un libro para docentes y estudiantes de secundaria y nivel medio superior (Juan-Pineda y Landín), cursos de formación continua para profesores de educación básica en Michoacán, con actividades diseñadas bajo la metodología ACODESA (Hitt y Quiroz, 2019), en los que la modelación de situaciones del entorno con herramientas digitales ocupa el lugar central.

Presentamos MatEntorno 3D, una herramienta que nace dentro de ese proyecto para cerrar un circuito que la tecnología escolar suele dejar abierto: el que va de la fórmula matemática al objeto material. Se trata de una aplicación de escritorio, gratuita y sin conexión a internet, que convierte ecuaciones implícitas f (x, y, z) = 0 y parametrizaciones r (u, v) en piezas físicas imprimibles en 3D.

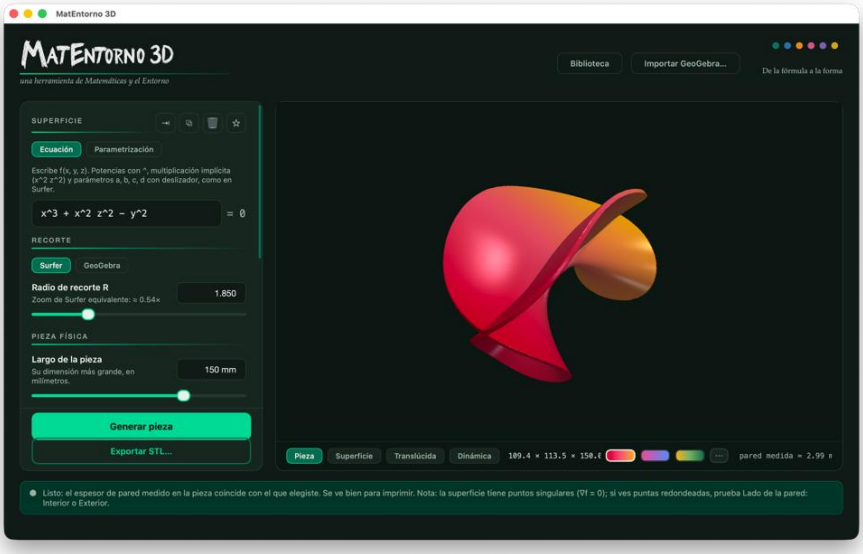


Figura 1. MatEntorno 3D: la superficie "Kolibri" (Hauser, proyecto IMAGINARY) convertida en pieza imprimible a partir de su ecuación.

Imprimir una superficie matemática (un objeto de grosor cero) exige envolverla en una cáscara delgada de material. MatEntorno 3D define esa cáscara con precisión, el sólido imprimible es el conjunto de puntos cuya distancia a la superficie no excede el semiespesor de la pared. Para las ecuaciones implícitas la distancia se aproxima al primer orden (Taubin, 1991), con excelente precisión en la delgada franja donde irá el material; para las parametrizaciones, la superficie se recubre primero con una malla de pequeños triángulos y la distancia se calcula de manera exacta sobre ellos; el único error (la pequeña separación entre los triángulos planos y la superficie curva) se mide y se reporta, no se estima. La aplicación verifica además condiciones de imprimibilidad (que la pieza cierre sin perforaciones, que su pared tenga el espesor solicitado, que salga en un solo cuerpo) y las comunica en lenguaje llano, de modo que la pieza que el profesor sostiene en la mano es, con precisión documentada, la superficie que escribió en el pizarrón.

La aplicación incluye una biblioteca de superficies clásicas: la botella de Klein, la banda de Möbius, las superficies de Boy de Apéry y de Bryant–Kusner, las cuárticas de Kummer, la esfera abierta de Max Bill, entre otras. Cada una con su ficha: autor, año, fórmulas y la discusión matemática pertinente, por ejemplo, por qué una superficie no orientable no admite pared unilateral. Interesa destacar, una capacidad reciente, MatEntorno 3D importa construcciones de GeoGebra y las convierte en piezas imprimibles leyendo las fórmulas del propio archivo, de modo que las parametrizaciones viajan intactas de la pantalla al objeto. Las primeras piezas así materializadas fueron el caballo de ajedrez y el faro de Peggy's Cove que el Dr. José Luis Soto Munguía (UNISON) construyó paramétricamente (treinta y dos y sesenta y nueve parametrizaciones, respectivamente) y compartió generosamente para el libro del proyecto. Ejemplos, a nuestro juicio, del nivel de arte que la parametrización en GeoGebra puede alcanzar, y que ahora pueden sostenerse en la mano.

La segunda parte de la ponencia discute la dirección de investigación en curso: el problema inverso. Si la aplicación ya recorre el camino de la fórmula al objeto, se propone recorrer el contrario, fotografiar un objeto del entorno y reconocer su estructura matemática. Los fundamentos existen, la silueta de una superficie de revolución en una fotografía única porta invariantes proyectivos que permiten recuperar su eje y su perfil (Wong, Mendonça y Cipolla, 2004), y las superficies invariantes bajo grupos uniparamétricos de movimientos (revolución, extrusión, helicoidales) son precisamente las que los procesos de fabricación (el torno, la extrusora, el roscado) imprimen en los objetos cotidianos. El propósito, sin embargo, no es el escaneo, es didáctico. El estudiante formula una hipótesis sobre la estructura del objeto (“mi florero es una superficie de revolución”), la aplicación la contrasta con la fotografía y reporta cuánto explica la hipótesis y dónde falla, convirtiendo la modelación del entorno en un ciclo de conjetura y validación con residuo medible.

En la ponencia se mostrará la aplicación en funcionamiento, las piezas impresas y se discutirá la aplicación prevista en los cursos de formación continua del proyecto.

Referencias

Hitt, F., y Quiroz, S. (2019). La enseñanza de las matemáticas en un medio sociocultural y tecnológico. En F. Hitt y J. C. Cortés (Eds.), Investigaciones teórico prácticas sobre la modelación matemática en un medio tecnológico (pp. 11–29). AMIUTEM.

IMAGINARY – Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach. (s. f.). Herwig Hauser Classic [galería de superficies algebraicas]. Recuperado el 1 de septiembre de 2026, de https://www.imaginary.org/gallery/herwig-hauser-classic

IMAGINARY. (s. f.). SURFER [software]. Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach. https://www.imaginary.org/program/surfer

Juan Pineda, D., & Landín Juárez, U. S. (2023). Matemáticas y el entorno. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Ciencias Matemáticas, 46 pp.

Taubin, G. (1991). Estimation of planar curves, surfaces, and nonplanar space curves defined by implicit equations with applications to edge and range image segmentation. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 13(11), 1115–1138.

Wong, K.-Y. K., Mendonça, P. R. S., y Cipolla, R. (2004). Reconstruction of surfaces of revolution from single uncalibrated views. Image and Vision Computing, 22(10), 829–836.

Ponencia IV-16 | Viernes 16 de octubre de 2026

SISTEMA INTERACTIVO BASADO EN SENSORES DE PROFUNDIDAD PARA EL APRENDIZAJE DE LÍMITES: UN MARCO DIDÁCTICO DESDE DUVAL Y EL CONSTRUCTIVISMO

Cabrera Aguilar Aurora Carmina, Medina Briseño Pablo, Bautista Valdez Edgar Eduardo, Carreon Silva Christian Lorenzo, Cancino Moreno Herman.

Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, México

aurora.ca@cdguzman.tecnm.mx, pablo.mb@cdguzman.tecnm.mx, edgar.bv@cdguzman.tecnm.mx, Christian.cs@cdguzman.tecnm.mx, herman.cm@cdguzman.tecnm.mx

Nivel educativo: Superior. Categoría: Tecnologías de la información y comunicación

Palabras clave: Límites, sensores de profundidad, cognición encarnada, registros semióticos, cálculo.

1. Resumen

La presente propuesta describe el desarrollo de un sistema interactivo basado en tecnología de sensores de profundidad (Kinect) diseñado para facilitar la construcción del concepto de límite de una función en estudiantes de nivel superior. Ante las dificultades históricamente documentadas en la transición del cálculo intuitivo al formal, este proyecto propone un andamiaje didáctico apoyado en la cognición encarnada y la teoría de los registros de representación semiótica. Aunque la herramienta se encuentra en fase de validación técnica, se detalla el diseño instruccional que será evaluado en el próximo semestre, proyectando un impacto positivo en la comprensión de la co-variación funcional.

Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. Educational Studies in Mathematics, 61(1–2), 103–131. https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z

Hsu, H. M. J. (2011). The potential of Kinect in education. International Journal of Information and Education Technology, 1(5), 365–370.

Richard E. Mayer (2009). Multimedia learning (2nd ed.). Cambridge University Press.

Huk, T. (2006). Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability. Journal of Computer Assisted Learning, 22(6), 392–404. https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00180.x

Massa, L. J., & Richard E. Mayer. (2006). Testing the ATI hypothesis: Should multimedia instruction accommodate verbalizer–visualizer cognitive style? Learning and Individual Differences, 16(4), 321–335. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2006.10.00

El aprendizaje del cálculo diferencial, particularmente el concepto de límite, representa uno de los mayores desafíos cognitivos para los estudiantes de ingeniería. La bibliografía especializada señala que la dificultad radica en la desconexión entre los registros algebraico y gráfico. La tecnología educativa actual, al limitarse a representaciones estáticas en pantalla, a menudo no logra cerrar esta brecha. Este proyecto desarrolla una interfaz natural de usuario (NUI) que permite al estudiante manipular variables mediante gestos físicos, convirtiendo la aproximación numérica en una experiencia cinestésica.

Se aplican 162 encuestas a alumnos de diferentes carreras que cursan la materia de Calculo Diferencial, para conocer las preferencias de aprendizaje de los mismos, los resultados que se muestran en la Figura 1, dejan ver un alto consenso en la necesidad de estrategias visuales, prácticas y tecnológicas. Estas estrategias propician el aprendizaje, lo cual ocurre cuando el estudiante puede movilizar y coordinar registros distintos, lo cual exige el uso de representaciones múltiples, tareas de conversión, experiencias visuales, verbales y simbólicas. Por ello, estrategias como el uso de gráficas dinámicas, simulaciones, actividades guiadas, no son metodológicamente opcionales, sino cognitivamente necesarias.

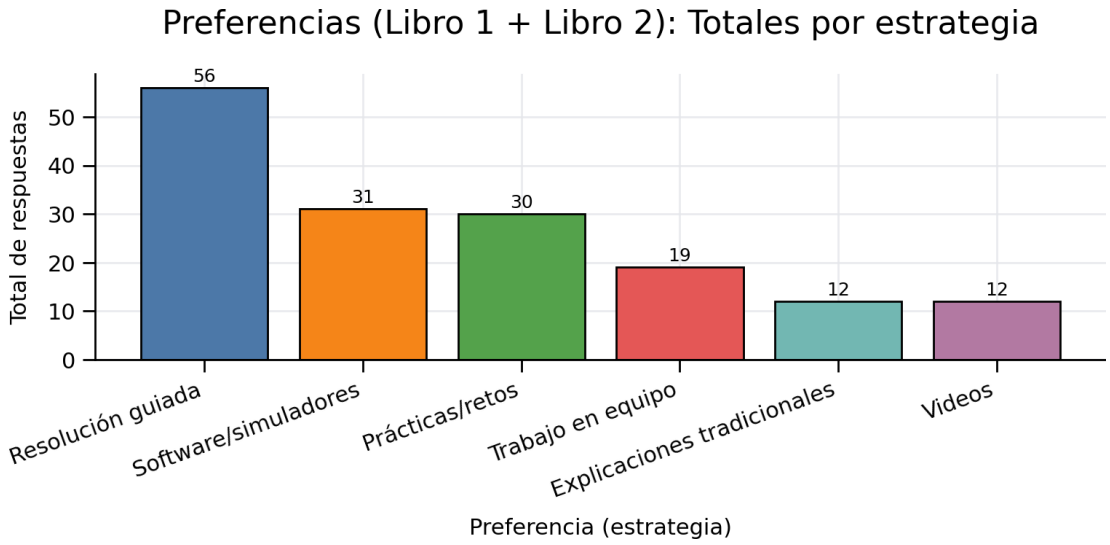


Figura 1. Preferencias de aprendizaje

Tomando en cuenta la opinión tanto de docentes como de estudiantes, se crea una herramienta interactiva basada en sensores que faciliten la enseñanza del concepto de limite y otros conceptos más. De tal manera que el núcleo de la innovación reside en el "mapeo de aproximación": el estudiante no solo observa cómo una variable se acerca a un punto, sino que controla dicha velocidad mediante el movimiento de sus extremidades. Esto permite:

- La visualización dinámica del límite en tiempo real.
- La reducción de la abstracción al materializar la idea de "vecindad" mediante el espacio físico.
- La personalización de la secuencia didáctica, permitiendo que el docente ajuste la complejidad de las funciones analizadas.

La idea fundamental del proyecto es hacer inmersa en el estudiante una experiencia visual y kinestésica donde pueda el comportarse como un punto en una función que recorre la gráfica en coordinación con sus movimientos y lo que pasa por ejemplo cuando llega aun limite definido, el cual el valor de ese límite se acerca tanto que realmente nunca toca el límite definido. Esta experiencia hará que comprenda el significado y concepto de Limite de una función, aclarando que puede usarse esta herramienta para muchos más temas.

ÍNDICE POR AUTOR

Autor / Coautor	Página(s) de inicio
Adame Zambrano, Tania de Jesús	221
Alamo Acevedo, Ana Lilia	248
Álvarez Padilla, Isaí	57
Amador Silva, Luis Miguel	180
Angulo Villanueva, Rita Guadalupe	70
Armenta Castro, Maricela	120, 233
Arreola Barrios, Juan Ignacio	57
Bautista Valdez, Edgar Eduardo	275
Becerril Dominguez, Reynaldo Emelio	61
Burgos Escobedo, Esciquio	244
Cabañas Ramírez, Noé Oswaldo	80
Cabrera Aguilar, Aurora Carmina	275
Calvillo Guevara, Nancy Janeth	92
Campos Hernández, Alicia	218
Cancino Moreno, Herman	275
Carreon Silva, Christian Lorenzo	275
Carreon Silva, Luis Miguel	218
Carrillo Suárez, Carlos	89
Castillo Sedano, José Manuel	190
Cisneros Aguilar, Natalia	139
Colima Rodríguez, Salvador	157
Compeán Jasso, Martha Eugenia	70
Dávila Araiza, María Teresa	252, 257
De la Rosa Dávila, Efraín	157
De la Rosa Gómez, Daniel	244
Del Castillo Bojórquez, Ana Guadalupe	233
Dominguez Betancourt, Jose Roberto	39
Dorantes Villa, Claudia Jisela	89
Durán Rubio, Poulette Zinahi	120
Espino Flores, Gessure Abisaí	35
Espino Ramírez, Manuel	236
Espino Salinas, Carlos	244
Espinosa Flores, Wendy Falina	194
Flores Anzurez, Marco Antonio	89
Flores Sandoval, Isamar	39, 221
Francisco Alonso, Santiago	39
Gallardo Piza, Jennifer	57
García Juárez, Jair Misael	66

García Mendívil, Paola Tonanzy 228
García Vasquez, Martha Celia Guadalupe 76
Gómez Leal, Diana Sarait 99, 236
González Padilla, Karen 99
González Vázquez, Luis Gabriel 139
Grijalva Monteverde, Agustín 186
Guajardo García, Elizabeth 45, 95
Guízar Salazar, Cecilia 248
Hernández Carrillo, Néstor 57
Hernández Gutiérrez, Ana Esther 116
Hernández López, Francisco Miguel 194
Hernández Martínez, Xóchitl Alejandra 85
Hernández Solís, Armando 53
Hitt Espinosa, Fernando 16, 109, 127
Huerta Balderas, Sylvia Ivette 123, 167
Ibarra Olmos, Silvia Elena 233
Jaime Estrada, Evelyn Aidé 240
Jiménez Ríos, Carlos 50
Jiménez Rodríguez, José Ramón 104, 180, 190
Juan-Pineda, Daniel 272
Juárez Morales, Raúl 85
Kakes Cruz, Alibeit 224
Landín Juárez, Ulises Said 109, 272
Londoño Millán, Noelia 224, 248
Lúa Madrigal, Favio Rey 262
Maciel García, Carlos Enrique 135, 262
Madrazo Mederos, Mariem 248
Márquez Soto, Claudia Patricia 170
Marroquín Rodríguez, Ana Paola 167
Martínez Martínez, Miguel Ángel 45, 95
Martínez Pérez, Edith 50, 133
Martínez Rodríguez, Eva Mirela 95
Martínez Torres, Julián 45
Martínez Zúñiga, Isabel 99
Medina Briseño, Pablo 139, 275
Medina Morón, Edna María 95
Méndez Guevara, María Esther Magali 22, 25, 85
Méndez Gurrola, Iris 42
Mendoza Mendoza, Concepción de la Luz 57
Mendoza Sandoval, Esteban 39, 221
Meza Valles, Moisés Guillermo 45
Morales Carballo, Armando 80

Morales Guitrón, Sandra Morales 89
Morales Mercado, Erik 213
Morales Ramírez, Guadalupe 178
Moreno Martínez, Nehemías 70
Morfin Orozco, Jorge Rubén 262
Morgan Benita, Jorge 244
Muñiz Rios, Jesús Emmanuel 92
Murillo Mora, Sarahí 183
Ocampo Cuevas, Araceli 252
Orozco Vaca, Luz Graciela 162
Palafox Duarte, Martha Cecilia 186
Palomares Sánchez, Salvador Antonio 70
Pantoja González, Rafael 135, 139, 262
Pantoja Rangel, Rafael 61
Peñuelas Flores, Marlén 50, 133
Pérez Castro, Elia Guadalupe 157
Pérez Jijón, Areli Monserrat 76
Puga Nathal, Karla Liliana 61, 135
Quiroz Rivera, Aleida Cecilia 123, 167
Quiroz Rivera, Samantha 109, 155
Ramírez Perales, José Roel 197
Ramírez Sandoval, Osiel 42
Ramos Jacobo, Jorge Alfredo 135
Rentería Palomares, Víctor Hugo 139
Reynaga Ugalde, Gregorio 174
Rodríguez García, David Alejandro 50, 133
Rodríguez Ibarra, María Antonieta 18, 24, 116, 155
Rodríguez Moreno, Aarón Izael Omar 99
Rojo Morales, Diana 194
Romero Ávila, Valeria Michell 16
Romero Félix, César Fabián 19, 213, 228, 244, 257
Rubal Valencia, Daniel 104
Ruiz Galicia, Sara Rocio 89
Ruiz Rivas, Valefka Deysaleff 197
Sacristán Rock, Ana Isabel 28
Salgado Loyo, Eduardo 25
Salinas Claudio, Hilario 80
Salvador Cano, Luis Enrique 262
Sánchez Montaño, Neni Simoné 135
Sandoval Sarao, Francisco 152
Santillán Vázquez, Marco Antonio 53
Saucedo Becerra, Edgar Esaúl 92

Seba Bautista, Elena Lizul 152
Segundo Rosas, Jovan Israel 210
Silvestre Castro, Eleazar 66, 120, 210
Soto Munguía, José Luis 18, 24, 31
Torres Ibarra, Mónica del Rocío 92
Trejo Guerrero, Lorena 73
Trejo Martínez, Manuel 25, 85
Trejo Seráfico, Carlos Alberto 218
Valiente Arano, Marco Antonio 197
Vargas Vásquez, Xaab Nop 112
Vázquez Padilla, Rita 42
Vidal Sánchez, Yunuen 112, 218
Zaldívar Rojas, José David 213
Zambrano Ayala, José 50, 133