



ISSN: 2448 - 6574

## **La modelación como estrategia de integración de la tecnología en las matemáticas del bachillerato.**

Liliana Suárez Téllez<sup>1</sup>

lsuarez@ipn.mx

Instituto Politécnico Nacional

Víctor Hugo Luna Acevedo<sup>1</sup>

vhluna@ipn.mx

Instituto Politécnico Nacional

Mercy Lilly Morales Peña Morales<sup>1</sup>

pena@usco.edu.co

Universidad Surcolombiana

**Área Temática:** Evaluación de docentes e investigadores.

### **Resumen.**

Este trabajo de investigación analizó el uso de herramientas tecnológicas por parte del profesor de matemáticas para innovar su práctica docente. El marco para analizar el uso del Tracker como herramienta tecnológica, fue el del Conocimiento Pedagógico del Contenido en Contexto de Aula, PCK-EC, por sus siglas en inglés, (Pena-Morales & Pelton, 2016). La hipótesis de trabajo es que la modelación matemática puede ser el centro de integración del trinomio: contenido matemático - estrategias pedagógicas - tecnología. Nuestra metodología incluye una exploración de los marcos de actuación del docente, una observación en campo en un taller de formación docente y su análisis de resultados para caracterizarlas dimensiones del PCK-EC de los docentes. Entre los principales resultados observamos que los profesores han ido incorporando algunos elementos didácticos a sus clases, pero con una perspectiva centrada en el actuar del profesor, es justo este elemento el que hace particularmente difícil la incorporación de elementos



ISSN: 2448 - 6574

tecnológicos en su salón de clases debido a sus creencias de que los estudiantes manejan mejor la tecnología. Las categorías establecidas para el análisis del trabajo del profesor apuntan a ser parte de un modelo de integración de las tecnologías, donde los dispositivos no se enseñen por sí mismos sino integrados a los tipos de conocimientos del profesor y sus actitudes.

### **Planteamiento del problema**

En el contexto institucional, las herramientas tecnológicas no penetran en los procesos de enseñanza – aprendizaje de los niveles medios superior y superior del Instituto Politécnico Nacional (Pérez, 2014). En este proyecto, vamos a explorar, desde un marco del Conocimiento Pedagógico del Contenido en Contexto de Aula, PCK-EC, por sus siglas en inglés, (Pena-Morales & Pelton, 2016) las características de la instrumentación tecnológica de los profesores de matemáticas en el bachillerato politécnico.

### **Fundamentación teórica**

Para comprender como se puede mejorar la enseñanza de las matemáticas, la literatura se ha enfocado a observar el conocimiento que los profesores necesitan para enseñar (Shulman, 1987). El PCK-EC es un modelo propuesto como un marco de actuación para ayudar a profesores, asesores e investigadores en el estudio del conocimiento del profesor dentro de un contexto específico y con un propósito en particular. Este marco combina aspectos teóricos y prácticos representados por cinco dimensiones de actitudes de los profesores, su conocimiento (sobre la materia, la tecnología, la cognición de los estudiantes y la pedagogía) y el soporte en un Contexto Educativo que incluye lo curricular, lo tecnológico, lo social, lo cultural y los procesos de enseñanza-aprendizaje.

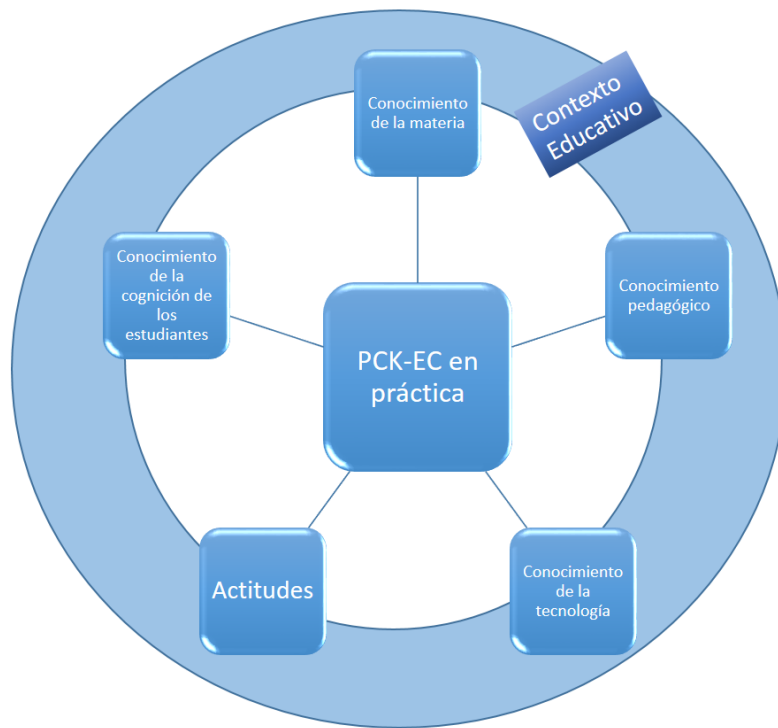


Figura 1. PCK-EK en práctica, basado en Peña Morales, & Pelton, (2016)

Para este proyecto el PCK-EC específicos es el uso de la modelación como una estrategia didáctica de las matemáticas y la tecnología en el bachillerato por eso las cinco dimensiones quedan determinadas de la siguiente manera, determinando las categorías del PCK-EC para este proyecto:

C o n o c i m i e n t o				Actitudes
Materia	Pedagógico	Cognición de los estudiantes	Tecnología	
-Álgebra -Cálculo - Probabilidad y Estadística	Enseñanza de las matemáticas Modelación graficación	Nivel bachillerato	Tracker	Sobre la materia, sobre la pedagogía, sobre los estudiantes, sobre la tecnología.

Tabla 1. Categorías específicas del PCK-EC del proyecto.

## Objetivos y metas cumplidas

El Objetivo general del proyecto fue la Exploración, desde un marco del Conocimiento Pedagógico del Contenido en Contexto de Aula, las características de la instrumentación tecnológica de dos profesores de matemáticas en el bachillerato politécnico.

### Objetivos específicos:

- 1) Definición de categorías de observación.
- 2) Diseño de espacio de formación docente para profesores de matemáticas.
- 3) Instrumentación de propuesta de formación y aplicación de entrevistas.

## Metodología

El método de investigación se sustenta en el enfoque cualitativo en educación que estudia los procesos naturales del aprendizaje de los docentes en activo, es decir, la inducción, la observación personal de la actividad realizada en una acción formativa o taller, los sentidos como la vista, oído, palabra y la razón.

La hipótesis de trabajo es que la modelación matemática puede ser el centro de integración del trinomio: contenido matemático - estrategias pedagógicas - tecnología. A continuación, presentamos algunos de los artículos que sirvieron para la conformación del estado del arte:

Artículo	Publicado por	Objeto de estudio	Marco teórico	Metodología
La modelación matemática como estrategia de enseñanza-aprendizaje: El caso del área bajo la curva	Peña-Paéz y Morales-García (2016) Colombia	Se asume la modelación matemática como una herramienta didáctica para la enseñanza-aprendizaje	"Círculo de modelación" de Blum,	Experimento pedagógico con dos partes, la primera, etapa de sensibilización. La segunda, fue el diseño de actividades y su resolución.
Modelación matemática: Estrategia para enseñar y aprender matemáticas.	Biembengut y Hein (1999). Brasil	La modelación como auxiliar en el proceso de enseñanza y aprendizaje	Bruner (1987), Adler (1968) y Bassanezi (1990)	Cursos donde los participantes elaboran modelos que se restringen al contenido matemático que deriva de los modelos.
Estrategias de aprendizaje basadas en la	Sierra, L., Blanco, J. García-Raffi,	Se busca motivar con el tándem matemáticas-	M. Niss, 1989 M. Niss (1992),	Se analiza en detalle la adecuación del material diseñado y se establecen

<p>modelización matemática en Educación Secundaria Obligatoria</p>	<p>L.M y Gómez, J. (2011). España</p>	<p>realidad, hacer de la modelización una herramienta didáctica que atienda la diversidad en el aula e introducirla como herramienta de aprendizaje. Es eje fundamental del trabajo, la preparación de materiales adecuados.</p>		<p>unas conclusiones generales que nos permitirán en este curso la realización de la experiencia de forma más amplia.</p>
<p>Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de Cálculo</p>	<p>Molina-Mora, J.A. (2017) Costa Rica</p>	<p>Se presenta una estrategia didáctica basada en la modelación matemática para ejemplificar y estudiar aplicaciones de los contenidos de integrales impropias, polinomios de Taylor, coordenadas polares y secciones cónicas.</p>	<p>Villa-Ochoa, (2009) Blomhøj, (2004).</p>	<p>La implementación respondió a un paradigma que busca la innovación y la mejora continua del proceso enseñanza y aprendizaje.</p>

Tabla 2. Extracto del estado del arte de la modelación como estrategia didáctica.

Hay una coincidencia en las investigaciones que conforman el estado del arte en el diseño de un escenario de modelación que tome en cuenta una riqueza de interacciones entre las dimensiones presentes en los procesos de enseñanza aprendizaje, a saber: lo que toca al alumno, lo que toca al profesor y lo que toca al conocimiento. En nuestro proyecto nos concentramos en las decisiones del profesor de clase no sólo para ser usuario de actividades previamente diseñadas, sino que él se enfrente al diseño de situaciones de aprendizaje que tome en cuenta sus contextos educativos y sus propios saberes.

De esta manera, el proceso metodológico de nuestro proyecto incluye una exploración previa de los marcos de actuación del docente, una observación en campo en el taller de formación docente “Taller de Modelación en la enseñanza de las matemáticas” con temas como:





ISSN: 2448 - 6574

- La modelación –graficación a través de situaciones de modelación del movimiento.
- La modelación escolar y la tecnología.
- Actividades de aprendizaje que proporcionen una experiencia matemática y didáctica.

El diseño del taller, de acuerdo con los lineamientos del Programa Institucional de formación, actualización y profesionalización del personal del IPN (PIFAPP) (CFFIE, 2017), y se conforma por los siguientes elementos: finalidad educativa, tipo de acción de formación, su modalidad, perfil del instructor y profesor participante, el encuadre del taller conformado por la justificación, el propósito y los temas a abordar, la metodología didáctica, los criterios de acreditación y las referencias a utilizar. Una vez evaluado este taller por la instancia correspondiente se obtiene el registro: CUR: CGFIE/280817/0819/AFT/025/M/V1/DO/205.

## Resultados

El taller se instrumentó en dos ocasiones; una, con profesores de distintas unidades académicas y la segunda, con profesores de la academia de matemáticas de una sola escuela de bachillerato. La instrumentación del taller permitió el trabajo articulado de los contenidos temáticos de la modelación, la modelación –graficación mediante actividades de aprendizaje.

- La modelación y el uso de la tecnología, mediante una serie de actividades de aprendizaje para proporcionar una experiencia en matemáticas y didáctica matemática a los profesores participantes.
- Lectura de artículos de investigación para sustentar los argumentos, análisis y revisión de material multimedia, así como propuesta de actividad resaltando el intercambio de experiencias e ideas para mejorar las situaciones planteadas.

Para profundizar sobre los resultados de las actividades se llevó a cabo una entrevista a dos profesores catalogados como: Entrevista profesora, Anexo 1. Entrevista profesor, Anexo 2.

Con respecto al taller se propusieron 12 actividades para recorrer el ciclo de modelación-graficación y tecnología. Se capturaron los datos de 7 de las 12 actividades realizadas, de las cuales, las categorías analizadas corresponden a 1) modelación, 2) aplicaciones de la

modelación, 3) uso de la tecnología, 4) simulaciones, 5) experiencias de aplicación, 6) uso de las TIC y 7) diseño de actividades para sus estudiantes. La actividad integradora consistió en proponer la planeación de una situación problemática en la que fuera susceptible trabajar la modelación graficación con tecnología. Se pudo observar que en el formato de planeación institucional, existe un avance por parte de los profesores al inventar o adaptar situaciones de aprendizaje para trabajar los contenidos matemáticos de su asignatura con la estrategia de modelación-graficación con tecnología. Con estas estrategias se han hecho visibles el uso del celular (para sacar videos), del Tracker y otros elementos de apoyo para manejar el software.

Con respecto a las entrevistas, con dos profesores se pudo profundizar en los aspectos concretos del PCK-EC en el contexto del trabajo de academia.

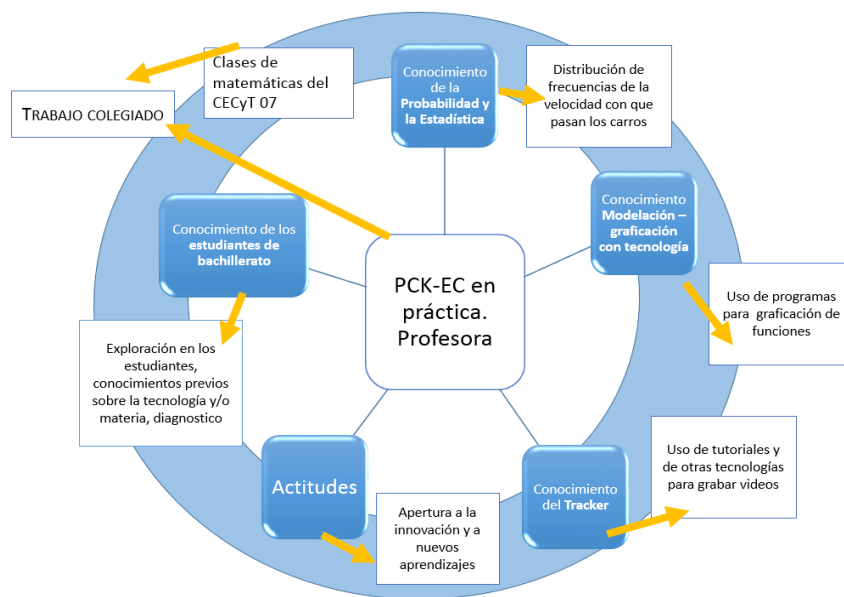


Figura2. PCK-EC en práctica de la entrevista a la Profesora, Elaboración propia.

Las categorías del PCK-EC conformado por las actitudes del profesores y sus conocimientos de la asignatura que imparten, de las estrategias didácticas que pueden usar, de la tecnología por usar y quiénes son sus estudiantes, sí están presentes a la hora de planear situaciones de aprendizajes. También surgió en este contexto específico la necesidad de afrontar el reto de implementación de formas innovadoras en el salón de clases de manera colegiada.



ISSN: 2448 - 6574

## Conclusiones e impacto de la investigación

Los profesores de las academias de matemáticas del nivel medio superior y superior se enfrentaron la tarea de hacer una transferencia de las propuestas de la modelación como una estrategia didáctica en sus actividades cotidianas. Las categorías apuntan a ser parte de un modelo de integración de las tecnologías, donde los dispositivos no se enseñen por sí mismos sino integrados a los tipos de conocimientos del profesor y sus actitudes.

El semestre en el cual se divide el año lectivo 2018 dará oportunidad de documentar las estrategias de modelación y graficación atendidas en el taller para aplicarlas en sus actividades académicas. El trabajo colegiado, en academia, se perfila como una estrategia para lograr documentar los resultados de la aplicación de la estrategia de modelación – graficación en los diversos grupos que atienden. Las estrategias en la academia de matemáticas se fundamentan en el PCK-EC, para la conformación de equipos de trabajo colaborativo entre sus estudiantes, la introducción y aplicación del uso del software Tracker en las computadoras de sus unidades académicas (previa autorización de la Unidad de Informática para instalar el software de uso gratuito con fines educativos), así como la interpretación de resultados gráficos de los experimentos formulados exprofeso para el semestre. Se programarán reuniones donde se analicen los resultados de la aplicación de la estrategia a nivel de escuelas y las variables a controlar, tanto de gestión administrativa como del conocimiento per se.

## Bibliografía.

Cordero, F., Cen, C. y Suárez, L. (2010). Los funcionamientos y formas de las gráficas en los libros de texto: una práctica institucional en el bachillerato. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 13 (2): 187-214.

Coordinación General de Formación e Innovación Educativa (2017). Programa Institucional, Actualización y Profesionalización del Personal del IPN. CGFIE: México.

Garriz, A., & Trinidad Velasco, R. (2004). El conocimiento pedagógico. *Educación Química*, 15(2), 1-15. Recuperado el 2016 de septiembre de 15, de [https://andoni.garriz.com/documentos/edit\\_cpc.pdf](https://andoni.garriz.com/documentos/edit_cpc.pdf)

Instituto Politécnico Nacional (2001)). Álgebra para el nivel medio superior. Libro del





ISSN: 2448 - 6574

estudiante. IPN: México.

Kilpatrick, J., Martin, G. y Schifter, D. (2003). *A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM: EEUU.

Molina-Mora, J.A. (2017). Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de Cálculo. *UNICIENCIA*, 31(2), 19-36.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principios y Estándares para la Educación Matemática*. Sociedad Andaluza de Educación Matemática: Sevilla.

Pantoja, R., Ulloa, R. y Nesterova, E. (2013). La modelación matemática en situaciones cotidianas con el software AVIMECA y MATHCAD. *Góndola*, 8 (1): 08-22.

Peña Morales, M. L. (2016). *Pedagogical Content Knowledge in an Educational Context (PCK-EC)*. Victoria: University of Victoria.

Peña Morales, M. L., & Pelton, T. W. (2016). Evaluating PCK-EC in Practice – Case Study. *SITE 2016*. 29, págs. 2251-2257. Savannah: Journal of Technology and Teacher Education (JTATE). Obtenido de <http://site.ace.org/pubs/jtate/>

Peña Morales, M. L., & Pelton, T. W. (2016). Pedagogical Content Knowledge in an Educational Context (PCK-EC). *SITE 2016*. 29, págs. 3023 - 3028. Savannah, Georgia: Journal of Technology and Teacher Education (JTATE). Obtenido de <http://site.ace.org/pubs/jtate/>

Peña-Paéz y Morales-García (2016). La modelación matemática como estrategia de enseñanza-aprendizaje: El caso del área bajo la curva. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(21) 64-71-

Pérez, P. (2014). Integración de las TIC en la práctica de la docencia, el caso de la ESIME Ticoman. Tesis de Maestría No publicada. del CIECAS del IPN..

Ruiz, B. y Suárez, L. (2015). Una propuesta de diálogo entre investigación y docencia: Seminario repensar las matemáticas. *Opción*, 31, No. Especial 5 (2015): 833 – 855. ISSN: 1012-1587.

Salett, M. y Hein, N. (1999). Modelación matemática: Estrategia para enseñar y aprender matemáticas. *Educación Matemática*, 11(1), 119-134.

Secretaría de Educación Pública (2008). *Reforma Integral de la Educación Media Superior. La creación de un Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad*. SEP: México. Seminario Repensar las Matemáticas (2016). <http://repensarlasmatematicas.wordpress.com/>

Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*.

Sierra, L., Blanco, J. García-Raffi, L.M y Gómez, J. (2011). Estrategias de aprendizaje basadas en la modelización matemática en Educación Secundaria Obligatoria. Memorias de la 15 JAEM: Jornadas sobre el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas.

Suárez, L. (2014). *Modelación graficación para la matemática escolar*. Díaz de Santos: México.

Suárez, L., C. Carrillo y J. López (2005). Diseño de gráficas a partir de actividades de modelación”, *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 18, 405-410.

Suárez, L., Cortez, A. y Gamboa, J. O. (2014). Cuaderno de experimentos para la modelación gráfica en las matemáticas del bachillerato. En L. Suárez (Apéndice 1). *Modelación-graficación para la matemática escolar*. México: Díaz de Santos. 189-218.

Torres, A. (2004). *La modelación y las gráficas en situaciones de movimiento con tecnología*. Tesis de maestría no publicada del PROME del CICATA del IPN.



ISSN: 2448 - 6574

## **Anexo 1. Extracto de la entrevista a la profesora**

¿Qué conozco de la modelación graficación?

Reconozco un poco de programas para graficar los usos muy poco por falta de conocimiento en el manejo de estos.

¿Qué quiero conocer de la modelación graficación?

Conocer un programa que me ayude a graficar y que los alumnos entiendan la definición de función.

¿Qué es la modelación matemática?

Representación visual de un fenómeno o situación de la vida cotidiana. La modelación de una representación de un fenómeno para estudiar su comportamiento. Es la elaboración de un prototipo no necesariamente físico que representa un problema en nuestro entorno por medio de números y formas geométricas y sus relaciones.

¿Cómo puedo usarla en mis clases de matemáticas?

Ejemplos que se puedan controlar. Someter un prototipo real o virtual a cierto fenómeno para analizar su comportamiento o relación de sus variables de la observación, medición y graficación.

¿Cuáles son las condiciones que debemos tomar en cuenta al incorporar las TIC en el salón de clases?

Conocimiento del profesor, tiempo suficiente del dispositivo y/o software, No. de estudiantes a aplicar, infraestructura de la VA, Equipo, medios electrónicos, aplicable o contextualizarle, acompañamiento docente, exploración en los estudiantes, conocimientos previos sobre la tecnología y/o materia, diagnóstico, diseño de actividades, trabajo colegiado, estrategias de evaluación, criterios de evaluación, evaluación grupal y evaluación individual.

¿Qué van a aprender?

Por visualización y reflexión y su aplicación en prototipos propuestos.



ISSN: 2448 - 6574

## **Anexo 2. Extracto de la entrevista al profesor**

¿Qué conozco de la modelación graficación?

La descripción de una situación problema que se quiere resolver en cuestión. Es la representación visual de un fenómeno o situación de la vida cotidiana.

¿Qué quiero conocer de la modelación graficación?

Lograr la matematización y/o modelación de la problemática.

¿Qué aprendí de la modelación graficación?

El representar una problemática de otra perspectiva y con el poder lograr por lo menos una solución.

¿Cuáles son las condiciones que debemos tomar en cuenta al incorporar las TIC en el salón de clases?

El profesor debe conocer el software, los alumnos deben conocer las características del software, haber tenido ya alguna experiencia con el mismo, crear una actividad donde el alumno esté involucrado en la misma, hacer lluvia de ideas en clase sobre la actividad misma y concluir y validar los resultados obtenidos en las actividades terminadas.

¿Qué van a aprender?

Organiza e interpreta datos de su entorno académico, social y global.

¿Cómo lo van a aprender?

1. Equipos de 4 integrantes responsables de la elaboración de videos en los horarios de 7:00AM, 14:00hrs y 19:00hrs el día viernes, cumpliendo características necesarias. 2. Análisis e interpretación de los datos obtenidos de video con el uso de tracker. 3. Interpreta tablas al valorar cualitativa y cuantitativamente la representación de los datos (muestra). 4. Se realiza un debate en plenaria sobre la experiencia adquirida, poniendo énfasis, en recopilación de datos, variables tipo de datos, muestra o población, etc. para la institucionalización.