

# Proceso de Construcción de una Propuesta Didáctica a través de la Matemática en Contexto

Trejo Trejo Elia\*  
Trejo Trejo Natalia\*\*

## RESUMEN

Uno de los elementos fundamentales del proceso de enseñanza de las matemáticas es el profesor, en consecuencia, la mejora de este proceso se relaciona con las propuestas didácticas que él pueda diseñar. En este artículo se muestra, de manera detallada, como el profesor de matemáticas puede utilizar la fase didáctica de la Matemática en el Contexto de las Ciencias para generar propuestas innovadoras de enseñanza, cuyo eje central son los estudiantes y la solución de problemas asociados con su formación académica y profesional. La propuesta metodológica se distingue por desarrollarse en tres momentos: diagnóstico, desarrollo y evaluación; incorporándose en cada uno de ellos las etapas de la Matemática en Contexto, en donde se tienen actividades específicas que buscan la transferencia del conocimiento matemático mediante su vinculación con otras áreas de conocimiento.

## PALABRAS CLAVE

Educación Superior. Matemática en Contexto. Propuestas Innovadoras.

## ABSTRACT

A fundamental element about mathematics teaching process is the teacher, in consequence, the improvement of this process is related to didactic proposals that he/she can design. This chapter shows, in detail, how the math teacher can use the didactic phase of Mathematics in the Context of Science to generate innovative teaching proposals, whose main focus are students and the solution of problems associated with their academic and professional training. The methodological proposal is distinguished by being developed in three moments: diagnosis, development and evaluation; incorporating in each of them the stages of Mathematics in Context, where there are specific activities that seek the transfer of mathematical knowledge through its link with other areas of knowledge.

## KEYWORDS

Maximum: Higher Education. Mathematics in the Context. Innovative Practices.

## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las matemáticas en el nivel superior, en general y en específico en carreras de ingeniería, deben ser de utilidad para el futuro profesionista de tal manera que las actividades realizadas en los salones de clases le posibiliten desarrollar habilidades de pensamiento encaminadas a la resolución de problemas no solo teóricos sino también prácticos y cotidianos a los que se enfrenta durante su formación y vida profesional. Para lograr este cometido, el profesor juega un papel preponderante ya que es el quién a través de su experiencia docente y su formación profesional diseña propuestas didácticas para impulsar el logro de competencias matemáticas.

En atención con la necesidad planteada, se vislumbra como una posibilidad el trabajar con una matemática contextualizada, es decir una matemática donde se aproveche el contexto profesional y laboral del futuro profesionista, en la búsqueda de problemas matemáticos que pueden ser de un mayor interés para los estudiantes, ya que estos no le serán ajenos pues son los que de forma cotidiana debe resolver en su quehacer académico.

La idea anterior ha sido apoyada, desde tiempo atrás, por diversos investigadores y organismos, tal es el caso de Freudenthal (1983) y Camarena (1984) quienes plantean la necesidad de contextualizar la matemática escolar con la finalidad de que los estudiantes puedan usarla para resolver situaciones de vida; los estándares del National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) reafirman el planteamiento de vincular la matemática que se enseña con la vida actual y futura de los estudiantes. Sier-

\* y \*\* Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital. Correos electrónicos: elitret@gmail.com, nattrejo4@gmail.com

pinska, Nnadozie y Oktaç (2002) refieren que el estudiar el empleo de conceptos matemáticos en los proyectos de ingeniería implica aceptar que dichos proyectos han sido planteados teniendo en cuenta el pensamiento matemático. Mientras que Romo y Oktaç (2007) explican, la relación entre los conceptos matemáticos y los conceptos propios de la ingeniería, destacando las dos distintas dimensiones en que funcionan unos y otros. Estos investigadores detallan cómo es posible que al interactuar en un proyecto de ingeniería específico se haga evidente el papel el de los conceptos matemáticos. Blanco y Parra (2009) aseveran que lo importante es entender que la visión de la enseñanza de las matemáticas debe cambiar a un modelo más desarrollado y ampliado que de verdad tenga que ver con la vida real de las personas.

La Organización para el Desarrollo y la Cooperación Económica (OCDE, 2011) subraya que la cultura escolar matemática debe ayudar al individuo a identificar y comprender el papel que juega la matemática en el mundo, aportando elementos de juicio que permitan tomar decisiones en función de la vida en tanto que se es ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo. Parra (2013) manifiesta que a través de una matemática realista se puede mejorar la calidad académica.

Como se observa, en lo brevemente descrito, la contextualización de las matemáticas se vislumbra como una buena estrategia para la enseñanza de las matemáticas. Sin embargo, la pregunta fundamental es cómo se debe realizar la contextualización. Lograr esta tarea se asocia con la necesidad de que el profesor conozca el objeto de estudio, sus fundamentos y sus aplicaciones en diferentes contextos para poder adaptarlos al diseño de situaciones de aprendizaje. Subsanaos estos requerimientos, entonces el profesor debe diseñar la situación didáctica para facilitar el proceso de construcción del conocimiento por parte de los estudiantes y entonces se dé el aprendizaje. Cómo lograr esta última tarea. Una respuesta, entre tantas, es utilizando la fase didáctica de la Matemática en Contexto de las Ciencias (Trejo y Camarena, 2011; Trejo, Camarena y Trejo, 2013). Siendo ésta, la pretensión del presente documento donde se muestra como a través de la necesidad de enseñanza de un concepto matemático se busca su contextualización y el profesor desarrolla una serie de actividades encaminadas al diseño de la propuesta didáctica, teniéndose como resultado el diseño y rediseño de actividades didácticas para estudiantes de nivel superior y de carreras de ingeniería y técnicas enfocadas al aprendizaje de las matemáticas.

#### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

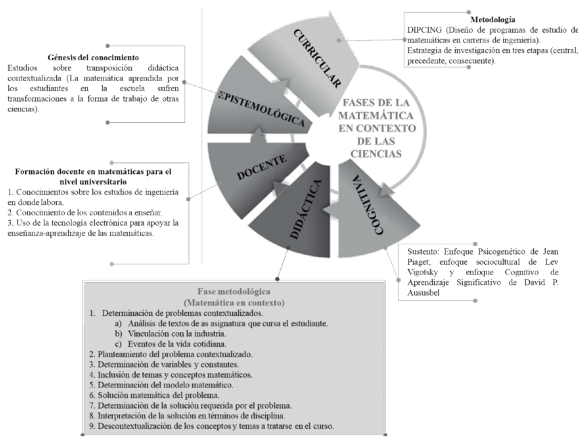
Las estrategias didácticas constituyen la suma de procedimientos y actividades que de forma integrada brindan una secuencia lógica para el logro de los objetivos educativos (Molina, 2017) y es una de las principales actividades que realiza el profesor como parte de la planeación didáctica para la enseñanza de contenidos matemáticos. Dado que para la investigación se parte de la necesidad de a las matemáticas enseñadas en la educación superior, utilizando para ello a la Matemática en Contexto de las Ciencias, en este apartado se muestran elementos teóricos que son de utilidad para lograr que el profesor construya una propuesta didáctica de dicha naturaleza.

Matemática en Contexto de las Ciencias: La Teoría de la Matemática en Contexto de las Ciencias, es una teoría educativa con carácter social que ha venido desarrollándose desde 1982 (Camarena, 1984) en el Instituto Politécnico Nacional (IPN). Esta teoría se integra por cinco fases fuertemente articuladas, a saber: fase cognitiva, didáctica, epistemológica, docente y curricular (figura 1) (Camarena, 2017). Las fases se relacionan unas con otras; sin embargo, para la investigación cobra importancia la fase didáctica dado que en ella se establece a la matemática en contexto como una estrategia metodológica que permite articular el conocimiento matemático necesario en las carreras con perfil ingenieril y las matemáticas mismas (Camarena, 1995; Camarena 2000).

La Matemática en Contexto (MC) es la forma cómo se da la enseñanza de las matemáticas en los salones de clases u otros escenarios (laboratorio de ciencias), a través de eventos o fenómenos propios de la ingeniería y/o aplicaciones de las matemáticas en el campo de desarrollo profesional de los ingenieros o futuros ingenieros, todo ello a través de eventos contextualizados que pueden ser problemas o proyectos. Camarena (2017) señala que la MC tiene una concepción constructivista centrada en el estudiante donde se busca fomentar el trabajo colaborativo en equipo y el trabajo interdisciplinario ofreciendo la oportunidad al estudiante de una formación integral y un aprendizaje autónomo.

En la MC se contemplan nueve etapas (figura 1) que guían tanto el diseño de las propuestas didácticas como el trabajo del estudiante en el escenario de aprendizaje, mismas que se trabajan en equipos de tres estudiantes: líder académico, líder emocional y líder de trabajo (Camarena, 1995; 2000; 2006).

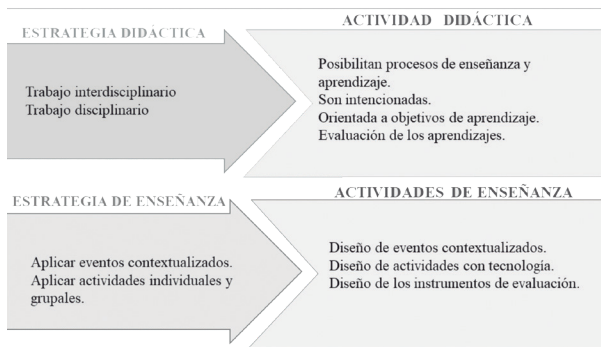
Figura 1. Fases de la Matemática en Contexto de las Ciencias (MCC).



Fuente: Adaptado de Camarena (1995); Camarena (2000) y Camarena (2006).

Camarena (2000) refiere que, en la didáctica de la Matemática en Contexto, se tienen estrategias de enseñanza diseñadas por el profesor y de aprendizaje, realizadas por el estudiante (figura 2).

Figura 2. Estrategias y actividades didácticas en la Matemática en Contexto.



Fuente: Adaptado de Camarena (2000).

En términos generales y de acuerdo con Camarena (1984) y Camarena (2000) el proceso metodológico de la didáctica de la *MC* contempla los siguientes pasos: los estudiantes resuelven un evento contextualizado en clase, con las etapas de resolución; el docente introduce actividades de aprendizaje en el momento que lo requieran los alumnos. Cuando los alumnos terminan la resolución del evento contextualizado, el profesor retoma la clase para presentar el concepto o tema descontextualizado, con la for-

malidad que requiera la profesión y esto se refuerza con actividades de aprendizaje y uso de la tecnología como mediadora del aprendizaje, en esta parte el estudiante pasa a la abstracción del concepto. La evaluación de los aprendizajes se presenta desde que inicia el proceso de enseñanza y aprendizaje (figura 3).

Figura 3. Actividades generales en la Matemática en Contexto.

Actividades del profesor	Actividades del estudiantes
1 Diseño de la propuesta	Solución del evento contextualizado a través de las etapas de la <i>MC</i>
2 Descontextualización del tema	Abstracción del conocimiento
3 Actividades de reforzamiento (lúdicas, uso de la tecnología, etc.,)	Logro de la transferencia del conocimiento matemático

Fuente: Adaptado de Camarena (1987) y Camarena (2000).

En este punto es preciso acotar que para esta investigación solo se reporta el cómo puede utilizar el profesor a la *MC* para diseñar una propuesta didáctica, desde luego es sólo una forma de trabajo ya que cada profesor puede ir adecuando sus propias estrategias de diseño conforme a su temario, tiempo administrativo destinado al desarrollo de dicha actividad, nivel de experiencia, entre otros factores que pueden incidir a la hora del diseño.

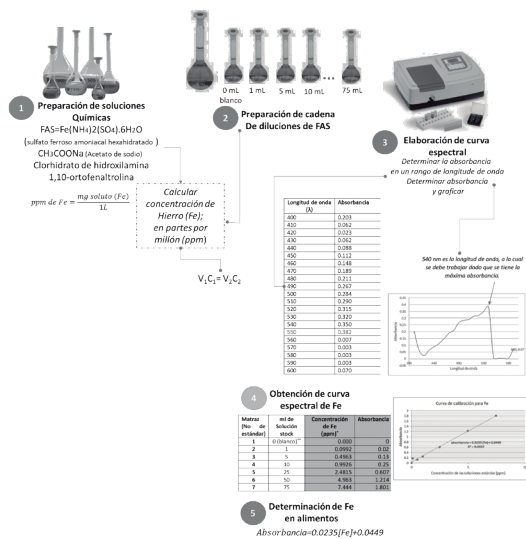
#### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Como se ha referido, cuando se trabaja con la Matemática en Contexto (*MC*), es necesario que el profesor de matemáticas genere estrategias didácticas o de enseñanza, mismas que pueden ser diseñadas a partir de problemas contextualizados que pueden tener su origen en libros de matemáticas, libros específicos del área técnica o de ciencias, y/o en actividades cotidianas realizadas en el campo laboral de los profesionistas.

Para explicar, cómo el profesor transforma un problema contextualizado en una estrategia de enseñanza para vincular las matemáticas y las áreas de formación o desarrollo profesional del ingeniero, se ha considerado como caso particular, la determinación de hierro (Fe) en alimentos, actividad que comúnmente se trabaja en un laboratorio de análisis químico durante la formación de un Ingeniero en Procesos Alimentarios o incluso en laboratorio de quí-

mica durante su actividad profesional; dicho fenómeno se explica a través de una ecuación de primer grado o de un modelo de regresión lineal, según el nivel de complejidad con que se desee trabajar o el área matemática que se desee vincular. En la figura 4 se muestra de forma general el fenómeno químico a contextualizar con un área específica de las matemáticas. Destaca que hasta el punto 3 son actividades de laboratorio en el que se obtienen los resultados prácticos que permitirán modelar el fenómeno de estudio.

Figura 4. Fenómeno químico a contextualizar con las matemáticas.



Fuente: Propuesta metodológica (2020).

Para transformar esta actividad, cotidiana en la formación y actividad el profesionista, en una situación didáctica a presentar a los estudiantes, se sugiere trabajar en tres etapas: Diagnóstico, desarrollo y evaluación. En estas etapas se incorporan las fases de la MC con la finalidad de facilitar la contextualización del fenómeno bajo estudio. Es importante destacar que la fase de diagnóstico es una actividad realizada exclusivamente por el profesor o grupo interdisciplinario, es decir el estudiante no participa en ella a menos que sea él quien proponga el problema a contextualizar. Para la etapa de desarrollo, se han considerado las subetapas de apertura, desarrollo y cierre como lo sugiere Tabón (2010); la evaluación, una vez que se pone en marcha la propuesta didáctica a los estudiantes, debe realizarse desde el inicio de la actividad (figura 5). Enseguida se explican con mayor detalle cada una de estas etapas.

Figura 5. Proceso general de trabajo por el profesor para contextualizar un problema usando la MC.

Etapa		Fase de la matemática en contexto	
C. Evaluación	A. Diagnóstico		Trabajo exclusivamente por el profesor o por el grupo de los profesores
	B. Desarrollo	Bloque 1. Apertura	1. Determinación del problema o evento contextualizado
		Bloque 2. Diseño de la secuencia didáctica	2. Planteamiento del problema contextualizado 3. Determinación de variables y constantes 4. Inclusión de temas y conceptos matemáticos 5. Determinación del modelo matemático 6. Solución matemática del problema 7. Determinación de la solución requerida para el problema 8. Interpretación de la solución en términos de disciplina
	Bloque 3. Cierre	9. descontextualización de los conceptos y temas a tratarse en el curso	

Fuente: Tabón, 2010.

El proceso metodológico para el desarrollo de las estrategias didácticas utilizando la MC, considera la necesidad de identificar el tema objeto de estudio, definir los propósitos de aprendizaje, diseñar las estrategias para el logro del aprendizaje y definir las estrategias de evaluación, autoevaluación y coevaluación (figura 6). Al utilizar la MC el profesor tiene la oportunidad de trabajar con práctica educativa que enriquezca su ejercicio docente y que posibilite la vinculación de conocimientos matemáticos para

explicar fenómenos de interés en las materias de formación del ingeniero, logrando el interés por las matemáticas en los estudiantes (Farias, 2010).

Figura 6. Proceso metodológico para el desarrollo de estrategias didácticas con base en la Matemática en Contexto.

ETAPA	FASE DE LA MATEMÁTICA EN CONTEXTO	ACCIONES
A. Diagnóstico	1. Determinación del problema o evento contextualizado.	Detección de necesidades de enseñanza de contenidos temáticos para los cursos de matemáticas. Competencias a alcanzar. Detección de posibles problemas matemáticos contextualizados (libros, egresados, área técnica) y evaluación del grado de dificultad del problema, necesidad de conocimientos previos del contexto y matemáticos.
B. Desarrollo	2. Planteamiento del problema contextualizado. 3. Determinación de variables y constantes. 4. Inclusión de temas y conceptos matemáticos. 5. Determinación del modelo matemático. 6. Solución matemática del problema. 7. Determinación de la solución requerida por el problema. 8. Interpretación de la solución en términos de disciplina. 9. Descontextualización de los conceptos y temas a tratarse en el curso.	planteamiento del problema (salón, laboratorio, microempresa, etc.,) Trabajo previo por parte del profesor con el problema contextualizado a fin de identificar posibles preguntas, puntos de control para verificar avances en la adquisición del conocimiento. Evaluación de la necesidad de integrar elementos didácticos, comunicativos y tecnológicos apoyados en lenguaje escrito, visual o a través de la actividad experimental. Evaluación de la necesidad de desarrollo de un mayor y diferenciado número de actividades para el proceso de descontextualización. Evaluación de la complejidad del conocimiento técnico y matemático requerido. Documentación en el área de contexto para poder facilitar el proceso de vinculación con las matemáticas, despertando el interés del alumno, relacionando las matemáticas

C. Evaluación	Diseño de herramientas para la evaluación (autoevaluación, evaluación y coevaluación) del evento contextualizado y el logro de las competencias identificadas al inicio del proceso.
---------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

ETAPA 1. DIAGNÓSTICO: SELECCIÓN DEL EVENTO CONTEXTUALIZADO

Durante la etapa de diagnóstico se tiene como objetivo integrar contenidos de matemáticas con otra área del conocimiento. Para realizar de forma favorable esta primera etapa es necesario que el profesor de matemáticas se involucre de forma general en el programa educativo o carrera en que colabore, de tal manera que pueda identificar temas específicos en donde se requiere de las matemáticas para resolver problemas. El involucramiento puede lograrse de diferentes modos: a) revisión de libros del área técnica; b) trabajo colaborativo con profesores del área técnica; c) trabajo colaborativo con egresados del programa educativo.

A modo de ejemplo, de este proceso, se ha seleccionado el tema de regresión lineal simple abordado en el segundo cuatrimestre, unidad 3, de la materia de Probabilidad y Estadística del Programa Técnico Superior Universitario en Procesos Alimentarios del subsistema de Universidades Tecnológicas (figura 7), tema que entre muchas aplicaciones puede ser utilizado para determinar una curva espectrofotométrica de Hierro en Alimentos.

Figura 7. Extracto del plan de estudios del TSU en Procesos Alimentario 2018, temario de Probabilidad y Estadística y del tema de regresión lineal.

Cuatrimestre	1er. Cuatrimestre	2do. Cuatrimestre	3er. Cuatrimestre
Algebra Lineal	Funciones Matemáticas	Cálculo Diferencial	
90 Hrs.	60 Hrs.	60 Hrs.	
Química Básica	Química Orgánica	Física	
75 Hrs.	90 Hrs.	60 Hrs.	
Ciencias Básicas Aplicadas	Biología	Química Inorgánica	
45 Hrs.	75 Hrs.	45 Hrs.	
	Probabilidad y Estadística	Microbiología	
	75 Hrs.	45 Hrs.	
		Análisis de Alimentos I	
		75 Hrs.	
		Conservación de Alimentos	
		Química de Alimentos	
		60 Hrs.	105 Hrs.
Formación Tecnológica	Tecnología de la Digitalización	Tecnología de Alimentos I	Tecnología de Alimentos II
60 Hrs.	90 Hrs.	90 Hrs.	
		Microbiología	
		60 Hrs.	
		Integradora I	
		30 Hrs.	
		Inglés I	Inglés II
		60 Hrs.	60 Hrs.
		Inglés III	
		60 Hrs.	
Lenguas Y Habilidades	Expresión Oral y Escrita I		
75 Hrs.			
Habilidades Generales	Formación Sociocultural I	Formación Sociocultural II	
40	30 Hrs.		
Totales	525 Hrs.	525 Hrs.	525 Hrs.

TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN PROCESOS ALIMENTARIOS EN COMPETENCIAS PROFESIONALES			
ASIGNATURA DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA			
1. Competencias	Plantear y solucionar problemas con base en los principios y leyes de física, química y matemáticas, a través del método científico para sustentar la toma de decisiones en los ámbitos científico y tecnológico.		
2. Cuatrimestre	Segundo		
3. Horas Teóricas	22		
4. Horas Prácticas	53		
5. Horas Totales	75		
6. Horas Totales por Semana Cuatrimestre	5		
7. Objetivo de aprendizaje	El alumno resuelve problemas estadísticos mediante el procesamiento de datos, así como el análisis y estimación de parámetros para fundamentar la toma de decisiones.		

Indicadores de Aprendizaje		Horas	
I. Estadística Descriptiva	II. Probabilidad	Técnicas	Prácticas
4	7	17	25
2	1	13	26
Totales		22	53

Temas	Saber	Saber hacer	Saber
Regresión Lineal y Correlación	Identificar el proceso de construcción del diagrama de dispersión.	Grificar el diagrama de dispersión.	Análisis Crítico
	Identificar el concepto de coeficiente de correlación.	Determinar el coeficiente de correlación.	Responsable
	Explicar el proceso de regresión lineal y su interpretación.	Obtener la ecuación de la recta.	Responsable
	Diagrama de dispersión - Coeficiente de correlación - Ecuación de regresión	Interpretar los resultados.	Responsable
	Explicar el proceso de regresión lineal en software de hojas de cálculo relacionadas con su perfil profesional.	Obtener la regresión lineal en software de hojas de cálculo relacionadas con su perfil profesional.	Responsable
Diseño de	Explicar el concepto de diseño	Construir la tabla	Análisis

Fuente: Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (DGTUP, Plan de estudios vigente, 2018).

Cuando el profesor ha identificado el área de contexto y el problema contextualizado a resolver, es necesario que analice la información y determine tanto los conocimientos matemáticos como los del área de interés, que el estudiante y el mismo habrán de requerir para encontrar una solución (figura 8). En este caso, se tiene que para resolver el problema de contexto no solo se requieren conceptos de regresión lineal sino también de álgebra básica además de los conceptos específicos del área de contexto.

Figura 8. Análisis de los conceptos matemáticos requeridos para resolver un problema matemático contextualizado en el área de desempeño profesional del ingeniero.

Proceso de contextualización		
Actividad propia del Ingeniero	Conocimientos necesarios del área del contexto Química	Conocimientos matemáticos y requeridos (álgebra y estadística)
Determinación de Fe por método espectrofotométrico		
Preparación de las soluciones químicas	Relación de químicas (tipo y balanceo)	Ecuaciones de primer grado Sistema de ecuaciones lineales
	Cálculos y procedimientos para preparar soluciones de diferente concentración	Ecuaciones de primer grado
	Cálculos y procedimientos para preparar diluciones	Ecuaciones de primer grado
Preparación de cadena de diluciones	Cálculos y procedimientos para preparar diluciones	Ecuaciones de primer grado

Diseño de curva espectral	Manejo técnico de soluciones químicas	
	Manejo de espectrofotómetro	
	Lectura e interpretación de datos	Graficación de ecuaciones Análisis e interpretación de funciones
Diseño de curva de calibración	Modelos de ajuste de datos	Regresión lineal
	Determinación de datos teóricos	Regresión lineal (pronóstico)

Fuente: Elaboración propia.

En este punto, es importante señalar que la complejidad del problema de contexto seleccionado responde al dominio de los conocimientos matemáticos y técnicos del propio profesor de matemáticas. Por lo cual, se sugieren las siguientes estrategias: a) trabajar con el proceso completo para determinar Fe y abordar no solo regresión lineal sino también ecuaciones de primer grado y sistemas de ecuaciones lineales; b) solo trabajar con la última fase de la construcción de la curva espectral. Esta decisión está en función de varias variables que debe considerar el profesor: tiempo asignado al tema, dominio de los conocimientos técnicos, escenario en que se desarrolla la propuesta didáctica, que puede ser el salón de clases y trabajar con datos teóricos o en el laboratorio y obtener los datos experimentales.

Esta fase, es determinante para trabajar la  $m_c$  y como se observa no es un proceso sencillo ni trivial. Si no se cuenta con los conocimientos técnicos necesarios se tiene necesidad de realizar un trabajo interdisciplinario con los profesores del área técnica, entonces esto supone un mayor tiempo de preparación para lograr contar con la propuesta didáctica. En función del tipo de evento contextualizado, este se puede abordar como caso de estudio, problema o proyecto. La elección del evento a contextualizar y su clasificación estará en función del grado de complejidad del tema, del propio evento, de las estructuras cognitivas de los estudiantes (conocimientos previos, conocimientos matemáticos y conocimientos de la disciplina que apoyará), del dominio de los contenidos del profesor y de los tiempos didácticos y cognitivos. Esta primera etapa es de las más importantes en el proceso de aplicación de la Matemática en Contexto (Trejo, Camarena y Trejo, 2013), pues implica un mayor compromiso e involucramiento

del profesor, un mayor dominio de conocimientos matemáticos, pero también la necesidad de incursionar en un área que al mismo profesor le puede resultar desconocida. De igual manera, para el estudiante atender un evento contextualizado requiere de mayor demanda cognitiva, compromiso, dedicación, motivación y trabajo en equipo.

ETAPA 2. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Toda vez que el profesor de matemática tiene claro el problema contextualizados que permite la enseñanza de los contenidos matemáticos de interés e identifica y maneja los conceptos del área técnica, entonces se procede a realizar la propuesta didáctica, utilizando para ello la metodología para la fase didáctica de la MC (figura 1). Como se ha referido para la elaboración de la propuesta se han considerado tres bloques de actividades: apertura, desarrollo y cierre.

**Bloque 1. Apertura.** En este bloque se diseña una actividad para generar un clima de aprendizaje y un primer acercamiento al tema de análisis. Esta actividad es fundamental dado que a través de ella los estudiantes pueden encontrar la motivación para el estudio del tema completo. A partir de esta actividad, cuando se ejecute con los estudiantes, estos generan estrategias desde la perspectiva del aprendizaje. El profesor, con la planeación y ejecución de la actividad de apertura tiene la posibilidad de identificar y recuperar las experiencias, los saberes, las preconcepciones y los conocimientos previos de los alumnos. Adicionalmente, el profesor puede percatarse del comportamiento del grupo y del nivel de conocimientos previos con los que cuentan sus estudiantes, estableciendo mejores estrategias para mejorar los procesos de aprendizaje. No hay que olvidar que a esta actividad se debe asignar un tiempo prudente, aun cuando el tiempo para la mayoría de los profesores y sus temarios es escaso.

En seguimiento, al tema que se ha decidido abordar, a modo de ejemplo, en la figura 9, se muestra una actividad de apertura. Esta actividad tiene un bajo nivel de complejidad y se ha tratado de generar en base a las actividades cotidianas del estudiante, de tal manera que detone su interés. Es importante destacar, que puede sugerirse otro tipo de actividades de apertura como una investigación previa, la realización de un mapa conceptual, por mencionar algunas.

Figura 9. Ejemplo de actividad de apertura.

Actividad de apertura		
Escenario: Salón de calses	Tipo de trabajo: Grupal y en equipo	Tiempo: 1,5 horas
Descripción de la actividad: En equipo de tres integrantes, el profesor plantea una pregunta que sea significativa para los estudiantes del como: ¿cuántas horas estudias para cada una de las materias y cuál es la nota que logras? Con información de diez de tus compañeros construye una tabla de valores y analiza lo siguiente: Variables involucradas y cómo se puede predecir la calificación en función de las horas de estudio o viceversa.		

Fuente: Elaboración propia.

*Bloque 2. Desarrollo de la secuencia didáctica.*

Durante este bloque el profesor introduce nuevos conocimientos, para el caso que nos ocupa se fomenta la vinculación del conocimiento matemático con un área específica del desarrollo profesional del ingeniero en Procesos Alimentarios. Estos conocimientos también habrán de relacionarse con los identificados y recuperados en la actividad de apertura e incluso con los conocimientos previos del estudiante, mismos que fueron identificados por el profesor en la etapa de inicio. Es la etapa más larga de la secuencia didáctica y se desarrolla apoyados en la MC; busca desarrollar actividades para el aprendizaje y para la evaluación que coadyuvan en la construcción del aprendizaje.

*a) Planteamiento del problema contextualizado e identificación de variables y constantes:*

Con la finalidad de mostrar cómo utilizar las etapas de la MC en la etapa del planteamiento del problema contextualizado se ha optado por trabajar a partir de los datos matemáticos obtenidos en el laboratorio, es decir del momento de construcción de la curva espectral; sin embargo, se puede proponer la estrategia ubicando a los estudiantes en el laboratorio de ciencias, obtenido los datos a través de la manipulación de los equipos, con lo cual el efecto motivador es mayor, convirtiéndose entonces no en un problema contextualizado sino en un proyecto. Es importante destacar, que la necesidad de contar con un mayor o menor nivel de conocimientos previos del estudiante y del área de contexto, va a variar en relación con la complejidad del problema contextualizado. Es decir, si se trabaja con toda la información presentada en la figura 4 se requiere un dominio superior de cono-

cimientos del área de contexto. Explicado lo anterior, el planteamiento del problema queda definido como se muestra en la figura 10.

Figura 10. Etapas de la mc: Planteamiento del problema, determinación de variables y constantes.

**ACTIVIDADES DE DESARROLLO**

**1. Planteamiento del problema contextualizado**

**Escenario:**  
Laboratorio/Salón de clases

**Tipo de trabajo:** En equipo (3 integrantes: líder emocional, líder académico y líder de trabajo)

**En equipos de trabajo debe analizar la siguiente situación y atender las actividades que de ella se derivan:**  
Ha llegado al laboratorio una muestra de agua para determinar su contenido de hierro (Fe) mediante el método espectrofotométrico. Una vez realizados los protocolos correspondientes se tienen los datos que se muestran en seguida. Debe determinar la concentración de Fe presente en las soluciones stock y determinar la absorbancia, graficar y ajustar los datos mediante la modelación lineal para poder predecir los valores de diferentes muestras de agua.

Matraz (No de estándar)	ml de Solución stock	Concentración de Fe (ppm)*	Absorbancia
1	0 (blanco)**		
2	1		
3	5		
4	10		
5	25		
6	50		
7	75		

**2. Determinación de variables y constantes**

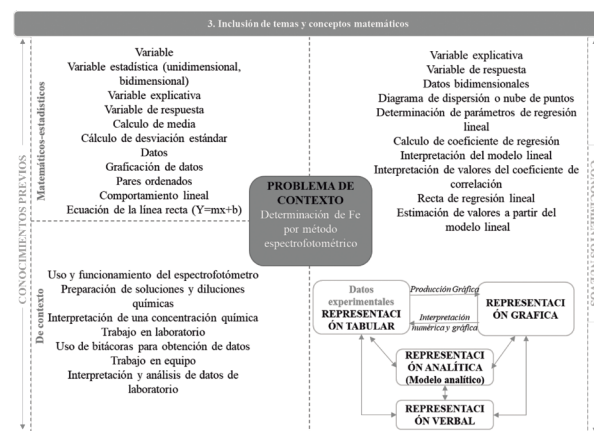
¿Cuántas variables hay en la situación problemática a resolver y cuáles son las variables en estudio?, ¿Cuál será la unidad de medida a utilizar?, ¿Cuál será la herramienta de medida a utilizar?, ¿Cómo se tomaron las medidas?, ¿Dónde y cómo se realizaron la recolección de datos? Identifican constantes ¿cuáles son?

Fuente: Elaboración propia.

*b) Inclusión de temas y conceptos matemáticos:*

Para poder resolver favorablemente el problema de contexto planteado es necesario que el profesor coadyuve a la construcción del conocimiento matemático para ello debe tener claro cuáles son los conocimientos previos y los conocimientos a desarrollar. En esta fase se debe aprovechar el problema de contexto para el desarrollo del conocimiento, a modo de ejemplo, puede transitar a diferentes representaciones con la finalidad de impulsar un aprendizaje significativo (en el sentido de Ausubel, 1990); también puede hacer uso de tecnología para el análisis de la información (hojas de cálculo, software especializado, etc.). Las acciones que el profesor tome, durante esta etapa, se relaciona con su propio conocimiento, los requerimientos curriculares y desde luego el tiempo didáctico (figura 11). Es importante que los conocimientos de contexto con los que cuenta el estudiante sean suficientes para resolver el problema, de lo contrario se convierte en un obstáculo didáctico (Andrade, 2011).

Figura 11. Etapa de mc: Inclusión de temas y conceptos matemáticos.



Fuente: Elaboración propia.

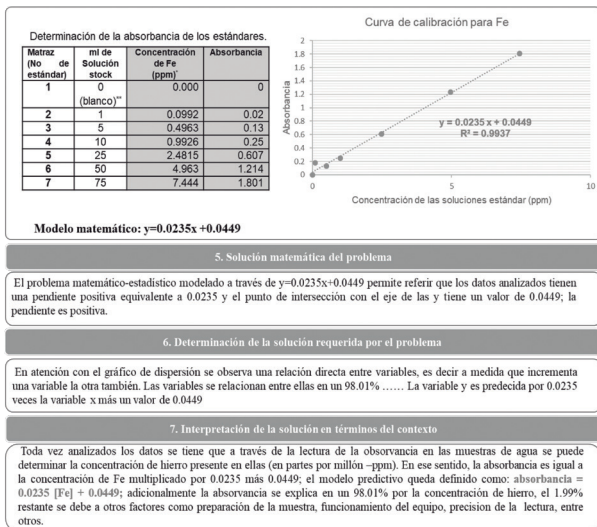
*c) Determinación del modelo matemático, solución e interpretación:*

Como resultado de la inclusión de temas y conceptos matemáticos se desarrollan las siguientes etapas de la matemática en contexto. En la figura 12 se muestra el modelo matemático, no se muestran todos los cálculos necesarios, a fin de hacer un uso racional del espacio para este artículo. Camarena (2000) considera que cuando el estudiante obtiene el modelo matemático, este ha sido capaz de vincular a las matemáticas con la disciplina del contexto, es decir logra la transferencia de los conocimientos matemáticos a otras ciencias.

A partir de la obtención del modelo matemático, punto medular en la fase didáctica de la mc, el grado de dificultad del evento contextualizado disminuye pues solo resta su interpretación. Para el ejemplo, el modelo permite predecir posibles concentraciones de Fe frente a una absorbancia determinada. Se ha encontrado que cuando los estudiantes tienen la competencia de vincular los conocimientos matemáticos con los de la disciplina que apoyan y llegar a un resultado favorable, no tienen problemas para la interpretación de la solución en términos del evento (Trejo y Camarena, 2011).



Figura 12. Determinación del modelo matemático, solución, determinación e interpretación del problema de contexto.



Fuente: Elaboración propia.

### 3. Cierre de la secuencia didáctica.

La última etapa de la MC se ubica en el cierre de la secuencia didáctica. En las actividades de cierre el profesor debe reforzar los temas relacionados al concepto matemático-estadístico bajo estudio. Las estrategias que el profesor siga para concluir el tema están en función de su experiencia, el tiempo didáctico y la observación de los niveles de desempeño de sus estudiantes al resolver el evento contextualizado.

En esta etapa se identifica la descontextualización de los temas, es decir se retoma el tema matemático con la formalidad que se requiere. También se pueden presentar otro tipo de problemas en lo que se aplique el cocimiento matemático, incluso la retroalimentación verbal de la actividad. El profesor debe asegurarse que el concepto matemático bajo estudio ha sido aprehendido por los estudiantes y que estos han adquirido la competencia de transferir los conocimientos matemáticos a otras áreas del conocimiento.

#### SOBRE EL PROCESO DE EVALUACIÓN EN LA MATEMÁTICA EN CONTEXTO

La evaluación en las asignaturas donde se utilice la Matemática en Contexto, se sugiere este centrada en la comprensión y aplicación de conocimientos y procedimientos matemáticos en la resolución de problemas (Camarena, 2017). Por tanto, lo adecuado es evaluar si el alumno es competente, es decir, es capaz de responder de forma eficiente ante una situación concreta planteada

en un determinado contexto mediante el uso de técnicas matemáticas. El proceso de resolución del problema contextualizado debe proporcionar información sobre el conocimiento o dominio asociado a las distintos componentes de determinadas competencias. Estas componentes han de estar relacionadas con las estrategias que el estudiante utiliza para resolver las tareas propuestas.

En la figura 13 se muestra, a modo de ejemplo, los criterios básicos que se consideran más adecuados para poder valorar el logro de los objetivos (conceptos y procedimientos) de la propuesta didáctica, es importante referir que estos pueden desglosarse para afinar la evaluación hasta donde el profesor lo desee, se puede asignar la escala de valoración y descriptor de cada nivel de logro. La escala que se utilice debe permitir al estudiante detectar los aciertos y errores, facilitando su autoevaluación y detección de los logros, así como las dificultades y su nivel de rendimiento.

Figura 13. Criterios básicos para evaluación en la MC.

Competencia	Criterios	Momento en la SE valora: Etapa de matemática
Capacidad de comprensión y análisis	Identificación de los conceptos y/o eventos del contexto en términos matemáticos.	Análisis de la situación. Planteamiento del problema. Determinación de variables y constantes.
	Análisis de los conceptos y evento contextualizado en términos matemáticos.	
	Planteamiento del problema.	
Capacidad de conocimiento y selección del esquema de actuación apropiado	Elección de los conceptos y temas matemáticos.	Inclusión de temas y conceptos matemáticos. Determinación del modelo matemático. Solución matemática del problema. Determinación de la solución requerida por el problema.
	Aplicación de los conceptos y temas matemáticos.	
	Etapas de la solución	
	Obtención de la solución	

Evaluación de la respuesta	Interpretación de los resultados en términos del contexto.	Interpretación de la solución en términos de disciplina. Descontextualización de los conceptos y temas a tratarse en el curso.
	Establecer relaciones entre los términos matemáticos y del contexto.	
	Enunciar conclusiones.	

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se tienen criterios definidos conviene el desarrollo de rúbricas u otra herramienta de evaluación (figura 14). A modo de sugerencia, el nivel de competencia adquirido por el estudiante puede quedar en la escala de a) Aun no es competente; b) competente y c) experto. Al alcanzar el mínimo, para cada una de las competencias, se puede considerar que también se ha logrado el desarrollar la capacidad de vincular el conocimiento matemático con otras áreas del conocimiento.

Figura 14. Propuesta de rúbrica para evaluar situaciones didácticas con base en la MC.

Competencia	Criterios	Bien	Aceptable	Mal
Capacidad de comprensión y análisis	Identificación de los conceptos y/o eventos del contexto en términos matemáticos.	Identifica correctamente los conceptos y/o eventos de contexto.	Identifica algunos de los conceptos y/o eventos de contexto.	No identifica correctamente los conceptos del contexto.
	Análisis de los conceptos y evento contextualizado en términos matemáticos.	Establece todas las relaciones para plantear el problema.	Establece algunas las relaciones para plantear el problema	No establece relaciones para plantear el problema
	Planteamiento del problema.	Plantea adecuadamente el problema matemático.	Plantea parcialmente el problema matemático.	No logra plantear el problema matemático.

Capacidad de conocimiento y selección del esquema de actuación apropiado	Elección de los conceptos y temas matemáticos.	Identifica los conceptos matemáticos requeridos.	Identifica parcialmente conceptos requeridos.	Identifica parcialmente conceptos requeridos.
	Aplicación de los conceptos y temas matemáticos.	Vincula conceptos matemáticos y técnicos.	Parcialmente vincula conceptos matemáticos y técnicos.	No Vincula conceptos matemáticos y técnicos.
	Etapas de la solución	Esquemas de las etapas con solución lógica del contenido.	Esquemas con Desarrollo básico de las etapas.	Resolución no organizado y sin objetivos.
Obtención de la solución.	Obtención del modelo matemático (solución).	Obtención de la solución con algún error no significativo.	Solución errónea o no llega a la solución.	
Evaluación de la respuesta	Interpretación de los resultados en términos del contexto.	Explica resultados en términos del contexto.	Realiza un análisis limitado en términos del contexto	No logra explicar los resultados.
	Establecer relaciones entre los términos matemáticos y del contexto.	Logra vincular las áreas del conocimiento.	Establece parcialmente relaciones entre las dos áreas.	Las relaciones que establece son erróneas.
	Enunciar conclusiones	Establece conclusiones sobre hallazgos en términos del contexto.	Realiza de forma parcial conclusiones sobre hallazgos.	No establece conclusiones o son erróneas.

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

El éxito del evento contextualizado para que pueda desarrollar las competencias en los estudiantes tiene que ver con su elección adecuada y con la guía del profesor al momento de que los estudiantes resuelvan el evento; de ahí la importancia del diseño de la propuesta didáctica.

En el desarrollo de la secuencia didáctica el profesor de matemáticas debe tener conocimientos sobre el área de contexto, es decir una de sus actividades es la documentación sobre el fenómeno de estudio. Este requisito es indispensable para guiar de forma favorable a los estudiantes y encaminarlos a la aprehensión del conocimiento matemático y que este le sea significativo.

Trabajar de forma contextualizada en la enseñanza de las matemáticas no es prescindir de los contenidos sino combinarlos con destreza, tratar de llegar a aplicarlos, intentar comprenderlos mejor. La contextualización para que sea efectiva en el aprendizaje debe ir seguida de un proceso de formalización, mismo que puede ser tomado

desde la MC. En el artículo se ha mostrado cómo el profesor puede hacer uso de la MC para establecer una propuesta didáctica sin ser la única manera de hacerlo. Se reconoce la necesidad de madurar aún más el diseño de las propuestas didácticas bajo la MC, más es válido y una responsabilidad obligada, compartir la experiencia hasta ahora alcanzada y expresada en el presente artículo.

FUENTES DE CONSULTA

- Andrade, C. E. (2011). "Obstáculos didácticos en el aprendizaje de la matemática y la formación docente". En *Revista Latinoamericana de Investigación Educativa*, Vol. 24, No. 4, p.p. 999-1007.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1990). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas.
- Blanco, H., Parra, A. (2009). "Entrevista al profesora Alan Bishop". En *Revista Latinoamericana de Etnomatemática: Perspectivas socioculturales de la educación matemática*, Vol. 2, No. 1, p.p. 69-74. Disponible en <http://www.etnomatematica.org/ojs310/index.php/RevLatEm/article/view/16>
- Camarena, G. P. (1984). *El currículo de las matemáticas en ingeniería. Memorias de las Mesas redondas sobre definición de líneas de investigación en el IPN*. México: IPN.
- Camarena, G. P. (1995). "La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería". En *Memorias del XXVIII Congreso Nacional Matemática Mexicana*. México.
- Camarena, G. P. (2000). *Informe del proyecto de investigación titulado: Etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería*. México: ESIME-IPN.
- Camarena, G. P. (2006). "La Matemática en el Contexto de las Ciencias en los retos educativos del siglo XXI". En *Científica*. Vol. 10, No. 04, p.p. 167-173. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/614/61410403.pdf>
- Camarena, G. P. (2017). "Didáctica de la matemática en contexto". En *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, Vol. 19, No. 2, p.p. 1-26. Disponible en <https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/33804>
- CGUT (2013). Planes y programas de estudio para la Ingeniería en Procesos Alimentarios. Disponible en <http://cgut.sep.gob.mx/Planes%20de%20estudios.htm> Consultado el 18 de mayo de 2018.
- Farias, D. y Pérez, J. (2010). "Motivación en la Enseñanza de las Matemáticas y la Administración". En *Formación Universitaria*, Vol. 3, No. 6, p.p. 33-40. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062010000600005>
- Molina, M. J. A. (2017). "Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de cálculo". En *Uniciencia*, Vol. 3, No. 2, p.p. 34-56. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/ru.31-2.2>
- Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. USA.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2011). *Résultats du PISA 2009: Savoirs et savoir-faire des élèves. Performance des élèves en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en sciences*, 1. OECD. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1787/9789264097643-fr>
- Parra, S. H. (2013). "Claves para la contextualización de la matemática en la acción docente". En *Omnia*, Vol. 19, No. 3, p.p. 74-85. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/737/73730059007.pdf>
- Sierpinska, A., Nnadozie, A. y Oktaç, A. (2007). A study of relationships between theoretical thinking and high achievement in linear algebra. Reporte de investigación. Universidad de Concordia, Canadá. Disponible en <http://alcor.concordia.ca/sierp/downloadpapers>.
- Romo, A., oktaç, A. (2007). "Herramienta metodológica para el análisis de los conceptos matemáticos en el ejercicio de la ingeniería". En *Relime*, Vol. 10, No. 1, p.p. 117-143. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/relime/v10n1/v10n1a6.pdf>
- Tabón, T. S., Pimienta, P. J.H. y García, F. J. A. (2010). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Prentice Hall.
- Trejo, T.E. y Camarena, G. P. (2011). "Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje". En *Memorias del XIII Inter American Conference on Mathematics Education*. Brasil.
- Trejo, E Camarena, P., y Trejo, N. (2013). "Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como una propuesta metodológica". En *Revista de Docencia Universitaria*, Vol. 11, No. Especial. Disponible en: <http://www.polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/view/5562/5552>