

Dinamización Matemática:

Enseñanza bajo el enfoque por competencias usando Proyectos Heurísticos

Mario Calderón Ramírez, María Teresa Villalón Guzmán

<p>Resumen</p>	<p>En el presente trabajo se exponen las experiencias del uso de la estrategia de enseñanza apoyada en el uso de proyectos, para fomentar el aprendizaje significativo en los estudiantes de primer semestre del Instituto Tecnológico de Celaya. La evaluación por competencias requiere visualizar la amplia gama de habilidades que ha adquirido un estudiante durante el curso. Al involucrar a los estudiantes en la realización de proyectos propicia que utilicen recursos que tengan a su alcance, fomentando ampliamente la creatividad. Un proyecto bien planteado y diseñado muestra varias competencias, además de creatividad, que se van manifestando durante la elaboración del proyecto.</p> <p>Palabras clave: competencias, procesos heurísticos, proyectos.</p>
<p>Abstract</p>	<p>In the present paper the experiences of the use of the strategy of teaching supported in the use of projects are exposed, to promote significant learning in the first semester students of the Technological Institute of Celaya. The evaluation by competences requires visualizing the extensive range of abilities that has acquired a student during the course. Upon involving the students in the execution of favorable projects that utilize resources that have within its reach, promoting extensively the creativity. A well presented and designed project shows several competences, besides creativity, that go declaring during the elaboration of the project.</p> <p>Keywords: competences, heuristic projects, projects.</p>
<p>Resumo</p>	<p>No presente trabalho descreve as experiências de utilização da estratégia de ensino apoiado no uso de projetos, para promover aprendizagem significativa em estudantes do primeiro semestre do Instituto Tecnológico de Celaya. A competência avaliação requer exibir a vasta gama de habilidades que um aluno tenha adquirido durante o curso. Envolver os alunos na realização de projetos conducentes à utilização recursos à sua disposição, amplamente incentivado criatividade. Um projeto bem levantado e concebido mostra várias habilidades, além de criatividade, que irá expressar durante a elaboração dos projetos.</p> <p>Palavras chave: competência, projetos de heurísticas, projetos.</p>

1. Introducción

Es inminente la necesidad de analizar el desarrollo de las competencias que requieren aprendizajes significativos, lo cual implica que los docentes aborden los procesos cognitivos e intelectivos de manera individual dentro del proceso de formación del estudiante. Sin ello no se podrían lograr los niveles de comprensión

que el estudiante necesita de los procesos desarrollados dentro del aprendizaje. Actualmente existe la necesidad de una enseñanza diferente, una enseñanza que permita a los jóvenes asimilar mucha información y utilizarla de forma eficiente. Para lograr esto, es necesario que el estudiante se involucre cognitivamente y emocionalmente en un proceso que le permita aprender y ser crítico. Para lograrlo no basta con plantear “investigaciones” a los estudiantes, esto no los estimula ni emociona por el contrario, provoca un efecto adverso.

En la enseñanza en general se conciben cuatro actividades generales, experiencias estimuladoras o “desencadenantes”, actividades cortas y fértiles, trabajo auto correctivo y proyectos de investigación (La Cueva, 1997).

Los proyectos pueden ser muy variados, pero es importante que incluyan siempre tres procesos fundamentales:

- La planificación flexible del propio trabajo por parte de los estudiantes.
- El seguimiento del mismo a través de una retroalimentación continua que culmine en una evaluación objetiva y congruente con el desempeño del alumno.
- La presentación final del proyecto usando los medios disponibles y apropiados en cada caso (Exposición, Informe escrito, generación de un Video, creación de un Cuento, Página Web o Wiki, Poster, Recreación *in vivo*, etc.)

Actualmente los estudiantes están en contacto con las nuevas tecnologías y en algunas ocasiones sería conveniente que ellos mismos propusieran la forma de comunicación más conveniente para mantener un seguimiento detallado del desarrollo del proyecto.

La Cueva (1998) propone los siguientes tipos de proyectos; científicos, tecnológicos, ciudadanos y mixtos. El objetivo del primer tipo es generar conocimiento apoyándose de teorías propuestas en clase y desarrollando experimentos, principalmente corroborativos, el segundo consiste en diseñar y elaborar procesos con base teórica, explicando pasos y conceptos científicos, los proyectos del tipo ciudadanos tienen como objetivo clarificar y proponer soluciones a problemas sociales. Aunque es claro que se pueden proponer proyectos que involucren una mezcla de los anteriores.

El tipo de proyectos que se utilizan para matemáticas suele ser muy operativo. Aunque pareciera que esta ciencia es exacta, abstracta y sólo resuelve ejercicios, se pueden aplicar proyectos tecnológicos-científicos para reforzar y aplicar conocimientos. El objetivo de utilizar este tipo de proyectos conlleva a que el estudiante adquiera una unión emocional con las matemáticas, viendo aplicaciones en cualquier aspecto cotidiano en las que intervienen. Otro aspecto importante que se suele separar, es ver a las Ciencias Básicas como temas aislados. Hay estudiantes que si un problema o un caso de estudio no viene expresado en variables “x” o “y” pierden totalmente el sentido matemático, o bien en el caso consideran que si las variables son “u” o “v” se usa una fórmula diferente, sin comprender realmente su significado. Con el uso de proyectos se busca que el estudiante se dé cuenta en donde se aplican la lógica matemática así como su funcionamiento dentro y fuera del papel.

Hay evidencia de prácticas que estimulan mayor actividad y contribución de los estudiantes. Estas prácticas implican dejar de lado la enseñanza conductista-memorística para enfocarse en un trabajo más desafiante y completo. Se sugiere utilizar un enfoque interdisciplinario en vez de uno aislado por asignatura para estimular el trabajo cooperativo, y la mejor práctica para lograr esto es el aprendizaje por proyectos el cual incorpora estos principios (Arciniegas-González y García-Chacón, 2007).

El paradigma tradicional de la transmisión del conocimiento supone que se aprende de manera lineal, y por medio de la repetición, lo cual es útil en el aprendizaje de actividades automatizadas. Se sabe que el “*aprendizaje creativo*” es *caótico, complejo y vinculado a las emociones y la consciencia*; además de que se parte de concepciones previas para construir nuevos conceptos. Investigaciones, desde diversos enfoques, sustentan la necesidad de organizar escenarios diferentes con experiencias novedosas, para que los estudiantes puedan aplicar lo que han aprendido para ser usado en nuevos escenarios (Muñoz-Cano y Maldonado-Salazar, 2011).

La metodología de enseñanza usando proyectos así como el planteamiento de solución de problemas, se derivaron de la filosofía pragmática, la cual establece que los conceptos son entendidos a través de las consecuencias observables y por tanto, el aprendizaje implica un contacto directo con el ambiente real. El trabajar con proyectos modifica la relación maestro-estudiante, permitiendo una interacción de ideas forma enriquecedora, donde el alumno participa activamente proponiendo ideas y el profesor señalando donde aplicar el conocimiento de la materia y de los contenidos revisados en clase. Puede también reducir la competencia entre los alumnos y al permitir a los estudiantes colaborar creando un ambiente más sano de desarrollo continuo al propiciar el trabajo colaborativo. Además, los proyectos pueden cambiar el enfoque del aprendizaje, al pasar de la simple memorización de hechos a la exploración de ideas.

Se plantea la implementación de un proyecto final a los estudiantes del primer semestre de la materia de cálculo diferencial para la carrera de Ingeniería Mecánica. El proyecto está centrado en los temas de optimización y tasa de variación, con la finalidad de aplicar los contenidos desarrollados durante el semestre y deberá ser guiado constantemente por el docente principalmente porque son estudiantes que están en transición del bachillerato y necesitan una guía clara para desarrollar este tipo de actividades. La evaluación del proyecto se realizará a través de una rúbrica que permita visualizar el avance y logros obtenidos por los estudiantes.

2. Metodología

2.1. Uso de la heurística en el enfoque por competencias

Existen tres procesos verbales de un sistema de formación por el que transita un sujeto aprendedor. Inicia con educación, continúa con capacitación y termina con la experiencia. Este proceso se marca por características de educación y habilidades propias que cada individuo ha adquirido y desarrollado durante toda su vida, aquí es donde las competencias encuentran sus raíces (Climent-Bonilla, 2010). El principio de usar proyectos consiste en conjuntar todas las habilidades previas del estudiante, su capacidad de creatividad y la formación adquirida en el curso para lograr que se

manifiesten a través de una experiencia educativa la cual favorezca la adquisición de competencias.

La finalidad de esta forma de aprendizaje es que el estudiante utilice sus habilidades para construir competencias, pues es necesaria la comprensión de los temas como un todo, para el desarrollo de los proyectos asignados, lo cual constituye la herramienta principal de esta estrategia de aprendizaje.

Una característica importante en el diseño y aplicación de esta herramienta de enseñanza está en la heurística (*el arte y la ciencia del descubrimiento resolviendo problemas mediante la creatividad*) para la solución de un problema que conlleva la aplicación de los temas de cálculo diferencial. De forma general se plantean a los estudiantes varias opciones de proyectos, de los cuales ellos requieren optimizar o determinar tasas de variación con ejemplos principalmente experimentales. Posteriormente, ellos mismos plantean sus proyectos y las características de los mismos pues de esta forma se pretende evitar, hasta cierto punto el plagio. Luego de realizar el experimento y las mediciones correspondientes, se desarrollan los cálculos necesarios basados en las consideraciones propuestas y finalmente se analizan los resultados.

Los estudiantes realizan el proyecto de forma autónoma, respetando en la medida de lo posible sus ideas, lo cual es fundamental, pues permite que el alumno se involucre más en el proyecto, pero aun cuando se tiene un seguimiento constante y detallado, a fin de lograr el objetivo, pues se considera que los educandos son neófitos y por lo tanto necesitan mayor supervisión.

2.2. Aplicación al Programa de Estudios de Cálculo Diferencial

El curso de Cálculo Diferencial se presta para implementar una actividad integradora al final de curso, debido a que los estudiantes de primer año inician la transición del Bachillerato a la Educación Superior. Esta situación ocasiona que no sea conveniente proponer este tipo de actividades al inicio del semestre, pues es necesario esperar el periodo de transición de los estudiantes, especialmente el periodo que involucra la adquisición de hábitos de estudio. Además se pretende que los alumnos adquieran la madurez para realizar sus proyectos completamente autónomos, lo cual es un reto en esta etapa de formación.

Barron (1998) identifica cuatro principios de diseño en la utilización de la estrategia de enseñanza basada en proyectos.

- Definir apropiadamente los objetivos que llevan a la comprensión significativa.
- Proveer todas las herramientas, ejemplos y características específicas del proyecto antes de iniciar.
- Asegurar la multiplicidad de oportunidades para la autoformación y revisión de material.
- Desarrollar estructura social para fomentar la participación y el sentido de pertenencia del proyecto.

El profesor debe usar los principios de diseño anteriormente mencionados de forma clara y metodológica ya que esto determinará el éxito de esta estrategia. Los beneficios del aprendizaje basado en proyectos consisten en que la enseñanza se enfoca en el estudiante, basándose en la investigación de problemas auténticos que

estimula el desarrollo del pensamiento crítico propio (Krajcik y col, 1994) siendo esto una característica importante para el desarrollo de competencias.

Para seguir con los principios de diseño, es necesario tener temas de investigación bien definidos, en el caso de la materia de Cálculo Diferencial se postulan varios temas para desarrollarlos. En general el proyecto se divide en dos partes.

En la primera etapa se plantean ejemplos sobre tasas de variación para lograr la comprensión intuitiva de la derivada y se realizan cualquiera de los siguientes experimentos (considerando bien minuciosamente las mediciones):

Se realizan cualquiera de los siguientes experimentos (considerando bien las mediciones):

- *Caída libre.*
- *Lanzamiento horizontal.*
- *Carrito en una pista.*
- *Un cohete (globo) en una guía*
- *Una bola de billar en el pool*
- *Un corredor de pista*
- *El vaciado de un tanque o llenado constante de un recipiente irregular*
- *Inflado de un globo*
- *Cambio de temperatura de una resistencia eléctrica.*
- *Expansión de un derrame de aceite.*
- *Reacción química como bicarbonato y agua (varias concentraciones).*
- *Una pelota o carrito en un plano inclinado*
- *Tiro parabólico.*
- *Recorrido del arco de un péndulo*
- *Movimiento armónico simple provocado por resortes.*
- *Descongelado de un cubo de hielo a la intemperie.*
- *Crecimiento de un hongo en un pedazo de pan.*

A continuación se describe el desarrollo del proyecto. Usando una cámara digital se genera una tabla con valores obtenidos del experimento y otra tabla en donde se representan las variaciones promedio. Es conveniente tomar por lo menos 20 mediciones. Usando algún programa de aplicación gráfica se trazan rectas secantes representando los valores promedio con las pendientes equivalentes a su variación promedio. Y por último usar el software Curve Expert para ajustar a una función y determinar la tasa de variación de forma analítica y comentar las diferencias con la forma experimental, a través de un trabajo escrito.

Este proyecto en la primera etapa permite la comprensión a través de un experimento del concepto de la derivada de forma totalmente intuitiva, pues esta fue la forma natural en la cual fue concebida. El objetivo de esta actividad es que el estudiante experimente esa etapa de conflicto cognitivo para comprender el

concepto desde su propia perspectiva y así evitar la memorización del concepto el cual olvidará en un instante. Además permite al estudiante visualizar posibles aplicaciones de lo aprendido en su curso.

En la segunda etapa se plantea la presentación de un poster con un caso de estudio de optimización, aunque esta parte es más libre que la anterior se propone los ejemplos siguientes:

- *Dimensiones optimas de una lata de alguna bebida refrescante respecto de su volumen.*
- *Dimensiones y comparativo de diferentes jabones de la misma masa pero de forma diferente.*
- *Optimización del material usado para la construcción de una caja.*
- *Optimización del material para una casa de campaña.*
- *Mejores dimensiones para los salones o laboratorios.*
- *Optimas dimensiones de las ventanas de los salones.*
- *Minimización del costo del tendido de cables.*
- *El cortado de una viga con la mayor área posible.*
- *Iluminación óptima sobre una mesa en función de la altura del foco.*
- *Optima altura de un letrero para verlo completamente.*

En esta parte del proyecto se deja el estudiante mayor libertad a fin de evaluar su capacidad de aplicación de conocimientos. Incluso se observa que los proyectos propuesto son ejemplos que se pueden encontrar en ejercicios de libros de cálculo, pero la idea al desarrollar el proyecto es la reproducción real de alguno de éstos a través de experimentos para verificar la confiabilidad de los cálculos matemáticos y comprender el significado de los cálculos realizados, lo cual permite una mayor empatía con la materia. Se opta por la presentación de los resultados obtenidos a través de un poster para fomentar la creatividad y capacidad de los estudiantes para plasmar resultados de forma rápida y eficiente.

2.3. Estrategia Didáctica

Los proyectos anteriormente propuestos deben pasar por una etapa fundamental, la evaluación, es decir, la parte donde se analizan las competencias desarrolladas y se miden los indicadores que se expresan como un valor numérico, las competencias generales y específicas buscadas corresponden a las propuestas en los programas de educación oficial y el objetivo de usar proyectos es desarrollar varias competencias, es decir el proyecto como una actividad integradora.

2.4. Evaluación

La primer parte del proyecto se pide por escrito, plasmando en forma de texto el experimento y sus frutos, y la segunda parte se pide en poster y una presentación mostrando la capacidad de comunicación e inventiva para presentar resultados, estas actividades abarcar competencias genéricas fundamentales en cualquier área laboral. A continuación se presenta la lista de cotejo para la evaluación de esta segunda actividad.

DATOS GENERALES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN			
Nombre(s) del alumno(s) y/o Equipo:			
Producto:	Nombre del PROYECTO:	Fecha:	
Asignatura:		Grupo:	Periodo:
Nombre del Docente:			
INSTRUCCIONES			
Revisar las características que se solicitan y califique en la columna “Valor Obtenido” el valor asignado con respecto al “Valor del Reactivo”. En la columna “OBSERVACIONES” haga las indicaciones que puedan ayudar al alumno a saber cuáles son las condiciones no cumplidas.			
<i>Valor del reactivo</i>	<i>Característica a cumplir (Reactivo)</i>	<i>Valor Obtenido</i>	<i>Observaciones</i>
5%	Es entregado puntualmente. Hora y fecha solicitada (indispensable)		
10%	Presentación y Limpieza del Poster		
5%	Ortografía		
	Desarrollo		
5%	Planteamiento del problema y justificación		
5%	Determinación de los objetivos tanto general como específicos y desarrollo de los mismos.		
20%	Lógica de desarrollo del proyecto y congruencia con los objetivos		
10%	El problema presenta un caso de <i>optimización o tasa de cambio usando derivadas</i> . Con una comparación adecuada con resultados reales		
20%	Originalidad del problema propuesto.		
15%	Cálculos, Resultados y Conclusiones		
5%	Bibliografía. Anexos y referencias		
100%	CALIFICACIÓN TOTAL:		

3. Resultados y discusión

3.1. Presentación de proyectos

En la **Figura 1** se muestra el ejemplo de un poster presentado por estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica en el ciclo escolar Enero-Junio 2011. Durante el desarrollo del poster se presentaron propuestas previas cada semana durante las últimas tres semanas de curso, desde la concepción del problema a desarrollar hasta terminarlo; orientando a los estudiantes para que logren desarrollar un proyecto aceptable, momento en el cual se les pide que lo impriman en grande y expliquen su caso de estudio en una sesión exclusivamente para eso.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
Saúl Arellano Ayala, Agustín Kinney Plaza, Jesús Vega Jiménez

OPTIMIZACIÓN DE UNA LATA/BOTELLA

INTRODUCCIÓN:
Dentro de las distintas aplicaciones del cálculo diferencial, existen muchas formas de dar solución a un problema que requiera mediciones precisas, u obtener datos que se ajusten a parámetros específicos, tal sería el caso de la optimización, el cual se expone a continuación.

PLANTEAMIENTO:
En el siguiente caso se buscara la superficie mínima de una lata abierta cuyo volumen es de 1000 cm³





Se busca una expresión para el área superficial que dependa de una sola variable, para posteriormente encontrar los demás parámetros.

$$A = \pi r^2 + xy \text{ (Área total)}$$

En este caso tenemos 3 variables así que hay que buscar una expresión secundaria que relacione las 3 variables.

$$V = \pi r^2 h \text{ (Fórmula del volumen del cilindro)}$$

Despejando la altura:

$$h = \frac{1000}{\pi r^2}$$

Esta es la fórmula para obtener la altura de la lata donde:

h = altura de la lata
1000 = el volumen de la lata dados en cm³
 $x = 2\pi r$

Ahora sustituimos los valores de "x" y de "y" en la fórmula del área total.

$$A = \pi r^2 + (2\pi r)(1000/\pi r^2)$$

Simplificando esta expresión queda:

$$A = \pi r^2 + 2000/r$$

Ahora se saca la derivada:

$$2\pi r - 2000/r^2 = 0$$

Ahora se procede a despejar el valor del radio:

$$2\pi r = 2000/r^2$$

$$2\pi r^3 = 2000$$

$$r^3 = 2000/2\pi$$

$$r = 6.82 \text{ cm}$$

Ahora sustituyendo este valor en las fórmulas anteriores se obtiene que:

$$x = 42.85 \text{ cm}$$

$$y = 6.84 \text{ cm}$$

Al hacer la comparación de los resultados reales y los experimentales, se obtuvo:

	Experimentales	Reales
radio	6.82 cm	3.25cm
X: largo	42.85 cm	26 cm
Y: ancho	6.84 cm	22cm
A. total	437.16 cm ²	605.18 cm ²

CONCLUSIÓN:
En conclusión con la comparación de los datos anteriores, observamos que la lata no está optimizada ya que utiliza más material del necesario. Este exceso de material puede ser causado por la forma alargada de la lata.

Figura 1. Poster presentado por estudiantes de Ingeniería Mecánica en el ciclo Enero-Junio 2011, Titulado "OPTIMIZACION DE UNA LATA/BOTELLA".

La evaluación utilizando esta estrategia conlleva tiempo y requiere semanas de preparación, pero el fruto principal de esta experiencia es que el estudiante pueda relacionar el uso de las matemáticas en un entorno real, lo cual le permite involucrarse en su aprendizaje. Se considera que el proyecto no debe ser la única forma de evaluación, pues éste debe ir acompañado de otras actividades tales como: tareas, ejercicios y un examen escrito, generalmente un examen que permita ver si el uso de proyectos favorece la comprensión y el estudio autónomo, los exámenes indican principalmente la preparación que se ha realizado para este, mostrando otro tipo de competencias, por lo tanto se deja a discreción del docente los porcentajes de cada actividad en base a su criterio.

3.2. Experiencias al evaluar de esta forma

Usar esta estrategia permite al docente utilizar una forma alterna o complementaria de evaluación diferente al tradicional examen, el cual por desgracia

evidencia una gama limitada de competencias. Por lo tanto, utilizar otras formas de evaluación permitirá detectar otras competencias adquiridas por los estudiantes.

En el trabajo futuro, fuera de la institución educativa, el egresado deberá afrontar retos muy diversos, por tanto es importante que visualice que las herramientas obtenidas durante sus estudios de educación superior son mayores que el simple conocimiento de información o la resolución de ejercicios de libros, al involucrar el uso de toda su experiencia adquirida para plantear soluciones y precisamente eso significa tener competencia.

En general los estudiantes mostraron mayor interés en el desarrollo de proyectos que en las estrategias tradicionales, lo cual concuerda con el objetivo buscado. Sin embargo se observa confusión en la etapa de planteamiento del proyecto y la realización de los cálculos, lo cual requiere de mucha atención y tiempo de supervisión por parte del docente para que el estudiante realmente utilice las herramientas aprendidas en el curso de Cálculo Diferencial. Es notoria la tendencia a resolver el problema con estrategias lo más alejadas del nuevo tema aprendido, lo cual es el efecto opuesto a lo buscado debido a que el objetivo es integrar el nuevo conocimiento, aunque es normal la presencia de este fenómeno en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, debido a la escasa experiencia de los estudiantes en el desarrollo de proyectos.

4. Conclusiones

El uso de la estrategia de Proyectos para el aprendizaje heurístico permite formar y evaluar competencias de una forma más amplia que si se utilizara solo el clásico examen. El uso de de esta estrategia no debería se exclusivo, pues la forma tradicional de evaluación sigue aportando al estudiante otras competencias importantes, por lo tanto se debe procurar complementar las actividades más que sustituirlas.

Los proyectos permiten centrar la enseñanza en los alumnos permitiéndoles un auto-aprendizaje clave para su formación, pues aun cuando el docente dicte una cátedra excelente, el estudiante aprenderá cuando el mismo haga parte de su aprendizaje. Así que hay que permitirle desarrollarse autonomía, pero con una supervisión y guía para evitar que no logre los objetivos buscados.

Personalmente consideramos que el uso de proyectos debería ser por excelencia la herramienta de evaluación en el enfoque por competencias, pues permite simular situaciones de su entorno y asociar conocimientos múltiples que permiten al estudiante desarrollar sus capacidades y descubrir aptitudes y habilidades que posiblemente desconozcan.

Bibliografía

- Arciniegas-González, D. y García-Chacón, G. (2007). Metodología para la planificación de proyectos pedagógicos de aula en la educación inicial, *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*. Vol. 7 (1), pp. 1-37.
- Amat, O. (1998). Aprender a enseñar. Editorial Gestión 2000, Barcelona, España.
- Barron, B.J.S. (1998). Doing With Understanding: Lessons From Research on Problem-and Project-Based Learning, *The Journal of the Learning Sciences*, 7(3&4) pp. 271-311

- Climent-Bonilla, J.B. (2010). Reflexiones sobre la educación Basada en competencias. *Revista complutense de Educación*. Vol. 21 (1), pp. 91-106.
- Krajcik, J.S.; Blumenfeld, P.C. ; Marx, R.W. and Soloway, E. (1994). A collaborative Model for Helping Middle Grade Science Teachers Learn Project-based Instruction. *The Elementary School Journal*. Vol. 95(5), pp. 483-497.
- La Cueva, A. (1997). Retos y Propuestas para una Didáctica contextualizada y Crítica, *Revista de Educación y Pedagogía*. Vol. IX (18).
- La Cueva, A. (1998). La enseñanza por proyectos: ¿Mito o reto?, *Revista Iberoamericana de Educación*, Vol. 16, pp. 165-187.
- Muñoz-Cano, J.M. y Maldonado-Salazar, T. (2011). Aprendizaje con base en proyectos para desarrollar capacidades en problematización en educación superior. *Actualidades Investigativas en Educación*. Vol. 11 (1), pp. 1-19.

Mario Calderón Ramírez. Originario de Morelia, Michoacán, México, Estudió la licenciatura en Ingeniería Bioquímica en el Tecnológico de Morelia, Realizó los estudios de posgrado en el Tecnológico de Celaya donde radica como docente del Departamento de Ciencias Básicas. Email: cmario@itc.mx

María Teresa Villalón Guzmán. Estudió la licenciatura en Ingeniería Química y los estudios de posgrado en el Tecnológico de Celaya, Actualmente realiza estudios de Doctorado. Es Profesor de Tiempo Completo en el Departamento de Ciencias básicas de esta misma institución. Email: teresa.villalon@itcelaya.edu.mx