

EL PROYECTO DE AULA”. UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN EL APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA

Alma Alicia Benítez Pérez, Martha Leticia García Rodríguez
CECyT II Wilfrido Massieu- IPN. ESIME Z-IPN
abenitez@ipn.mx, martha.garcia@gmail.com

(México)

Resumen. En el Instituto Politécnico Nacional [IPN] se ha implementado un Modelo Educativo centrado en el aprendizaje del estudiante, en él se tiene la prioridad de implementar el “Proyecto de Aula”, como una alternativa para desarrollar una metodología de trabajo, a través de la solución de un problema que es definido en un proyecto. En el CECyT II Wilfrido Massieu, se trabaja con ésta metodología, considerando las etapas que marca su desarrollo, particularmente el presente trabajo atenderá la solución de problemas de variación, desde la asignatura de Cálculo Diferencial donde es importante el modelar fenómenos que se refieren a situaciones reales. En este documento se identifica y analizan las funciones cognitivas de tratamiento y conversión que el alumno emplea cuando explora el contenido de las representaciones que emplea. A partir del análisis de datos se tiene evidencia para afirmar que existen dos categorías relacionadas con el tratamiento y la conversión empleados por el alumno: Aspectos Cognitivos y Actitud Matemática.

Palabras clave: proyectos, variación, modelización, representaciones

Abstract. An educational model focused on student learning has been implemented in the National Polytechnic Institute. This model has the "Classroom Project" as a priority and alternative to develop a methodology through problem solving. The CECyT II Wilfrido Massieu has implemented this methodology, according to the steps including in its development, particularly the present work is related with problems solving process in differential calculus done by a group of students when resolving mathematical problems related with daily situations involving change or variation. We analyze the cognitive functions of treatment and conversion that the student used when they look for information in different representations. From the data analysis we have found two categories related to the treatment and conversion used by the student: Cognitive Aspects and Mathematics Attitude.

Key words: projects, variation, modeling, representations

Introducción

En el Instituto Politécnico Nacional se ha implementado un Modelo Educativo que tiene como característica principal estar centrado en el aprendizaje del estudiante, para promover: a) Una formación integral y de alta calidad científica tecnológica y humanística; b) el desarrollo equilibrado de conocimientos actitudes y valores y, c) una sólida formación que facilite el aprendizaje autónomo (Materiales para la Reforma, IPN, 2004, p. 69). Este Modelo Educativo, es el marco académico de la institución y en él se fundamenta, el diseño de la oferta educativa y la forma en que se imparte; lo que garantiza que en los distintos niveles de estudio se preserven los mismos aspectos formativos. El Modelo Académico, derivado del Modelo Educativo, incluye dos aspectos básicos: a) la estructura organizacional y, b) los planes de estudio. En particular, en el Nivel Medio Superior los planes de estudio deben orientar la construcción de conocimiento a través de la resolución de problemas, la investigación, el

trabajo en equipo y la búsqueda de información, entre otros (Materiales para la Reforma, IPN, 2004, p. 117).

Con esta orientación, en el Nivel Medio Superior se tiene como reto el implementar el “proyecto de aula” (Materiales para la Reforma, IPN, 2004) como una alternativa que desarrolla una metodología de trabajo áulico, innovador, colaborativo e interdisciplinario, a través de la solución de un problema, que es definido en un proyecto.

En este marco, los proyectos, como el proyecto aula, se han convertido en una vía prometedora para elevar los aprendizajes de los estudiantes, en todas las áreas de conocimiento, reconociendo su importancia como estrategia metodológica pertinente para el desarrollo de capacidades y habilidades necesarias en el mundo actual, impulsando la solución de problemas reales (Abrantes, 1994). El trabajo de los estudiantes en proyectos se considera una estrategia potente para la formación de un pensamiento globalizado, que se caracteriza por la búsqueda de las relaciones que se pueden establecer en torno a un tema. Este aspecto adquiere relevancia en la formación de los alumnos, porque permite que vinculen la nueva información con la anterior, lo que trae como consecuencia que su aprendizaje sea relacional y reflexivo (Alsina, 1998; Aravena, 2001).

Como se mencionó en el párrafo anterior, la metodología basada en proyectos se puede implementar para el aprendizaje en cualquier área de conocimiento, en particular resulta conveniente para el aprendizaje de la matemática, debido a que el estudio de esta disciplina se caracteriza por: analizar y modelar problemas derivados de situaciones concretas; buscar diferentes soluciones a problemas matemáticos, organizar e interpretar información y datos; describir relaciones matemáticas; entender la aplicabilidad de los conceptos y procesos; incorporar conocimientos y adaptarse a los cambios tecnológicos y científicos.

Cuando se habla de la actividad matemática en la escuela, se destaca que el alumno aprende matemáticas “haciendo matemáticas”, lo que supone como esencial la resolución de problemas de la vida diaria, lo que implica que desde el principio se integren al currículo una variedad de problemas relacionados con el entorno de los estudiantes. La resolución de problemas en un amplio sentido se considera siempre en conexión con las aplicaciones y la modelación. La forma de describir ese juego o interrelación entre el mundo real y las matemáticas es la modelización. Niss (1989) entiende por modelización el arte de aplicar las matemáticas a la vida real. Gómez (2003), basándose en la definición de Niss, considera que un modelo matemático es una terna donde participan; Objetos del mundo real; conjunto de expresiones matemáticas y, la relación entre ambas. Lesh y Lehrer (2003) mencionan que la modelización matemática es el proceso por el cual se interpreta y se describe matemáticamente situaciones

para tomar algún tipo de decisión, lo cual implica centrarse en elementos de la situación, sus relaciones, patrones y características, mientras que “modelo” lo definen como el producto de una descripción matemática de una situación que se construye para describirla, pensar sobre ella, explicarla o realizar predicciones sobre su comportamiento y, por tanto, debe centrarse en las características estructurales de esta situación.

En el CECyT II “Wilfrido Massieu” se ha implementado la metodología basada en proyectos, considerando las etapas que marcan su desarrollo. Y se desarrolla un proyecto en el que se busca solución a problemas reales relacionados con fenómenos de variación. El análisis de la variación se lleva a cabo a partir de lo que cambia y lo que permanece constante en el problema, de las variables que intervienen y las relaciones entre ellas, que conducirán a la construcción de un modelo matemático y posteriormente a su análisis. En este documento se identifican y analizan las funciones cognitivas de tratamiento y conversión que el alumno emplea cuando explora el contenido de las representaciones (gráfica, numérica, algebraica y pictográfica) durante el proceso de construcción del modelo matemático para dar solución a un problema real.

Marco Teórico

Para analizar las funciones cognitivas de tratamiento y conversión que el estudiante emplea cuando trabaja con distintas representaciones durante el proceso de construcción del modelo matemático, se hará referencia al trabajo de Goldin & Kaput (1996) quienes analizan la transformación de una representación en otra diferente, considerando las representaciones dentro de un sistema, en el que se encuentran relacionadas (Goldin & Steingold, 2001).

De una forma más específica, Duval (1995) menciona la operación cognitiva de conversión, que consiste en la transformación de una representación producida dentro de un sistema de representación a otro, de tal manera que la última representación permite explicitar otras significaciones relativas al contenido representado. Enfatiza la condición de que los objetos matemáticos no deben ser confundidos con el contenido de la representación. Es decir, la acción de convertibilidad entre los registros, permite discriminar el concepto, no por medios intuitivos como se maneja tradicionalmente, sino por acciones organizadas para establecer la correspondencia entre los registros, además se debe recordar que toda representación contiene parcialmente el objeto representado, por lo que las representaciones de diferentes registros no contienen los mismos aspectos del contenido conceptual.

La actividad de conversión no es una tarea inmediata en un alumno sino al contrario, la actividad involucra establecer la congruencia entre ambos registros de representación, lo cual es una tarea trivial si ambos registros son homogéneos, por el contrario si los dos registros

son heterogéneos entonces se presenta la incongruencia, y ambos contenidos son entendidos como dos diferentes objetos, por lo cual los estudiantes no reconocen elementos que les permitan establecer relaciones. El modelo de Duval expone la necesidad de manejar al menos dos registros de representación semiótica, para llevar a cabo las funciones cognitivas (identificación, tratamiento y conversión) y poder lograr la aprehensión del objeto. Fortalecer la conversión, contribuye a establecer la articulación de varios registro semióticos de representación, y con ello enriquecer las estructuras cognitivas en el estudiante.

El proyecto que aquí se presenta consideró un acercamiento con las distintas áreas del saber para incorporar al trabajo el concepto de función, con la finalidad de que el estudiante analice e interprete el fenómeno desde distintas perspectivas, permitiendo así el uso de diversas representaciones (numérica, algebraica, gráfica, dibujos, lenguaje natural), para llevar cabo tratamientos que beneficien la identificación del contenido, permitiendo su interpretación y en consecuencia la conversión a otra representación (Duval, 2002).

Dicho acercamiento no se pueden entender en forma aislada para el estudio del objeto, sino considerando que las representaciones deben estar articuladas entre ellas. En estas condiciones el aprendizaje de la matemática significa integrar en la Arquitectura Cognitiva todas las representaciones, así como nuevos sistemas de representación, para su coordinación.

Ello implica la necesidad de considerar la actividad cognitiva de Conversión, una tarea fundamental en el proceso para lograr la aprehensión del objeto, y por consecuencia el fortalecimiento de la Arquitectura Cognitiva, lo cual contribuye a crear y desarrollar habilidades en el estudiante para enfrentar nuevos retos en su formación.

Metodología

Los programas de estudio del bachillerato destinan una importante cantidad de tiempo al análisis de las funciones reales de variable real, al manejo de las operaciones entre funciones y a la construcción de sus representaciones gráficas. Con esto se espera desarrollar un pensamiento variacional en el estudiante y por consecuencia el desarrollo de los pensamientos; numérico, espacial, métrico y aleatorio. Partiendo de este supuesto, se diseñó una propuesta didáctica relacionada con el tema de variación que se apoyó en la modelización a través de proyectos en grupo, el propósito fue identificar las funciones cognitivas de tratamiento y conversión que el alumno emplea cuando explora el contenido de las representaciones (gráfica, numérica, algebraica y pictográfica) durante el proceso de construcción del modelo matemático.

La investigación, se ubica en un paradigma de investigación cualitativo; tuvo una duración de cuatro meses; en ella participaron 42 alumnos de cuarto semestre de bachillerato con una edad que oscilaba entre 16 y 17 años. Los estudiantes cursaban la asignatura de cálculo diferencial. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos durante la investigación fueron: reportes escritos elaborados en forma individual; reportes escritos elaborados por cada pareja de estudiantes; grabaciones en audio del trabajo de los estudiantes y reportes elaborados por el profesor-investigador.

El desarrollo del proyecto incluyó las siguientes etapas:

1° Etapa. Reunión de profesores de las X asignaturas impartidas al grupo, para iniciar la planeación de un proyecto que relacionara los objetivos de aprendizaje y los contenidos de las asignaturas involucradas.

2° Etapa. Reunión de profesores, tutores y estudiantes para definir el tema del proyecto, la hipótesis o conjetura provisional, el aporte de cada asignatura, los productos esperados y las formas de evaluar el proyecto.

3° Etapa. Cada profesor elaboró su plan de curso/proyecto, cubriendo los objetivos de aprendizaje de la asignatura y los del proyecto.

4° Etapa Reuniones para enlazar las actividades entre las asignaturas, calendarizar las sesiones para el control y evaluación participativa así como para elaborar el anteproyecto e informar el área de coordinación.

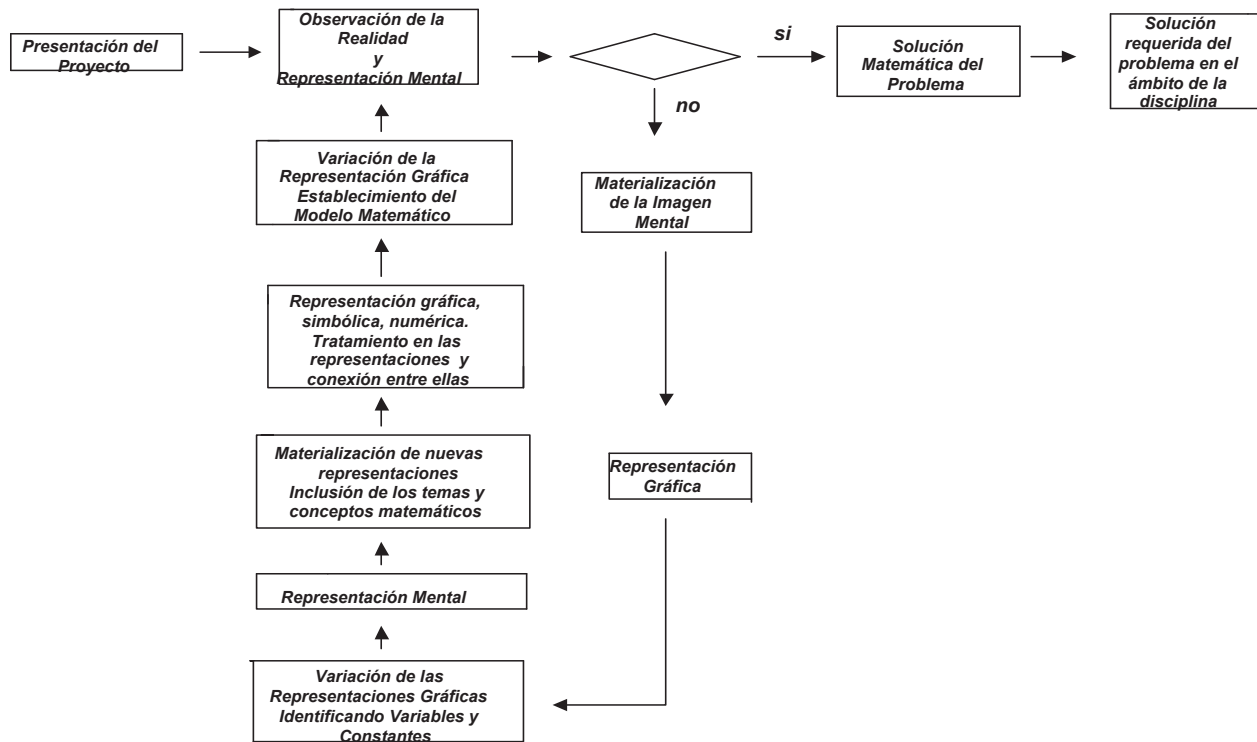
5° Etapa. Desarrollo de las actividades planeadas en cada asignatura, revisión del cumplimiento de los aprendizajes esperados. En la asignatura de matemáticas el trabajo incluye: la organización y análisis de datos, construcción de gráficas, búsqueda y formulación del modelo y preparación preliminar del informe. De ser necesario se replantea el proyecto para lograr los objetivos propuestos.

En la asignatura de matemáticas, en la etapas 3, 4 y 5 se orientó el trabajo de los estudiantes al tratamiento y la conversión de las representaciones gráficas (Figura 1).

6° Etapa. Elaboración del informe final, difusión de los resultados y evaluación del proyecto. El informe escrito demanda integración de los siguientes elementos: 1) fundamentación; 2) objetivo de estudio e hipótesis; 3) metodología utilizada y planificación; 4) resultados, análisis y modelos matemático y 5) conclusiones.

El trabajo de los estudiantes incluyó las etapas; 1) planteamiento del problema; 2) formular, visualizar y descubrir relaciones; 3) determinación de las variables y de las constantes del problema; 4) incluir los temas y conceptos matemáticos para el desarrollo del modelaje; 5)

determinación del modelo matemático; 6) solución matemática del problema e 7)



interpretación de la solución en términos del problema y área de las disciplinas involucradas.

Figura 1. Las Representaciones Gráficas en la construcción del Modelo Matemático.

1. Planteamiento del problema en el contexto

El proyecto de aula titulado; *Casa Ecológica Autosuficiente, tratamiento de aguas jabonosas y pluviales*, tuvo como objetivo: desarrollar planos de instalaciones básicas residenciales y un modelo físico de una casa habitación aplicando la normatividad vigente, que contara con elementos de insumos para almacenar y dar servicio autosuficiente de manera sustentable a la casa. Las asignaturas que participaron en el proyecto fueron;

Asignatura	Estrategias de Participación para el Proyecto de Aula y etapa que cubre la investigación
Dibujo Arquitectónico asistido por computadora	Representación gráfica de proyectos arquitectónicos de la casa ecológica
Instalaciones Básicas Residenciales	Dibuja con instrumentos la simbología y la trayectoria de las instalaciones básicas (Hidro-Sanitaria)
Química	Propone diversos tipos de filtro para el tratamiento de aguas jabonosas y pluviales
Física	Resuelve problemas relacionados con la mecánica, mediante la aplicación de sus principios sólidos y

	fluidos para el comportamiento del fluido de aguas tratadas en un tinaco a través de un orificio
Dibujo Técnico	Dibujo del isométrico a partir de la planta de azotea y dos fachadas de la casa ecológica (Autocad).
Matemáticas	Modelo Matemático del fluido de las aguas tratadas en términos de una función polinómica

2. Formular, visualizar y descubrir relaciones

Al analizar el problema los plantearon las siguientes preguntas: ¿Cuál es el recorrido del agua tratada en la casa ecológica? ¿Qué factores participan en el diseño? ¿Influye la capacidad, ubicación y tipo de agua en el tinaco para el estudio? ¿La ubicación del orificio en el tinaco es importante para el estudio? ¿Cómo influye el tipo de tubería en el estudio? ¿La densidad del agua será la misma para aguas tratadas? ¿Cómo se determina la densidad de las aguas tratadas? ¿Cómo se calcula el gasto y la presión, serán los únicos factores que participan?

También determinaron relaciones entre la cantidad de agua dentro del tinaco y la cantidad de agua que salía a través del orificio; entre la composición química del líquido y las condiciones que presentan físicamente el tinaco y la tubería para determinar los cambios y las constantes.

3. Determinación de las variables y de las constantes del problema.

Para analizar el fluido que sale del tinaco los estudiantes recurren al Teorema de Bernoulli (fluido perfecto, incomprensible y en régimen estacionario, la suma de energías cinética y potencial y de presión en cualquier punto de la vena líquida es constante) y al Teorema de Torricelli para determinar la velocidad de salida del líquido por el orificio, como se muestra en el siguiente fragmento:

“El volumen se considera una cantidad constante, es decir, el volumen de agua que sale a través de él, es igual al volumen de agua que descendió del tinaco”

“Si el diámetro del tinaco es mucho más grande que el diámetro de la tubería, la altura que se disminuirá en el nivel del agua del tinaco sería prácticamente h , esto se debe a que el resultado obtenido sería mínimo casi cero por lo tanto $h_1 = h$ aproximadamente”

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$\frac{dh}{dt} = \sqrt{2gh}$$

$$\frac{dh}{\sqrt{2gh}} = dt$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} + c$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \pm 0.47$$

$$h = \frac{g}{2} (t \pm 0.47)^2$$

Variables determinadas: tiempo, Gasto (Q), Presión (P), Velocidad (V), Altura del líquido (h),

Constantes determinadas: Área de la sección transversal (A), Densidad del agua de lluvia (γ), Gravedad (g).

La variación de la presión, gasto y velocidad que experimenta el flujo del líquido cuando transcurre el tiempo es:

$$P = \frac{\gamma g^2}{2} (t \pm 0.47)^2$$

$$Q = Ag (t \pm 0.47)^2$$

$$V = g(t \pm 0.47)$$

4. Incluir los temas y conceptos matemáticos para el desarrollo del modelaje

Conceptos relacionados: variación, interpretación de las representaciones gráfica y numérica, áreas, volúmenes, ecuación de la recta, ecuación de la parábola. Expresiones para determinar la presión, gasto y volumen.

5. Determinación del modelo matemático

Los alumnos emplearon la representación numérica para obtener la información referente a las variables identificadas.

Tiempo (t)	Presión (P)	Velocidad (V)	Gasto (Q)
0	10629.27 Pa	4.6107 m/s	.226 m ³ /s
5	1439735.36 Pa	53.6607 m/s	2.631 m ³ /s
10	52747443.94 Pa	102.7107 m/s	5.041 m ³ /s
15	11515655.03 Pa	151.76 m/s	7.4495 m ³ /s
20	20162468.62 Pa	200.81 m/s	9.84 m ³ /s
25	31215184.7 Pa	249.86 m/s	12.25107 m ³ /s

6. Solución matemática del problema

$$V(t) = \frac{49}{8}t + 4.61 \quad Q(t) = \frac{.48}{8}t + .226$$

7. Interpretación de la solución en términos del problema y áreas de las disciplinas involucradas

Los estudiantes interpretaron la información desde las asignaturas: matemática, física, química, dibujo técnico e instalaciones básicas residenciales, para dar solución a la problemática de la casa ecológica y definir los insumos para almacenar y dar servicio autosuficiente a la casa ecológica.

Análisis de datos

Del análisis de los datos obtenidos de las observaciones, las entrevistas y los cuestionarios, realizados durante la experiencia educativa se identificaron 2 categorías de acuerdo al análisis que los estudiantes realizaron a la información contenida en las representaciones empleadas, para llevar a cabo las actividades cognitivas de: tratamiento y conversión.

Categoría I. Aspectos cognitivos

Subcategoría I Interpretación de los datos y organización de la información

Los estudiantes mostraron dificultad para transitar del nivel aritmético al simbólico y del algebraico al nivel gráfico, descripción matemática que interpreta el proceso y la formulación del modelo; efectuaron un tratamiento de las representaciones gráficas y conversión entre las representaciones para su articulación; identificaron variables y relaciones entre ellas identificando permanencia y cambios.

Subcategoría II Habilidades cognitivas

Los estudiantes desarrollaron las habilidades de generalización, técnicas matemáticas, propuesta de contraejemplos, establecimiento de conjeturas y determinación de parámetros. Es importante mencionar que algunos estudiantes utilizan su experiencia en tareas previas y cambian el contexto de la actividad, otros, proponen nuevas situaciones.

Subcategoría III Elementos autorreguladores

Algunos estudiantes no percibieron de manera inmediata el objetivo del proyecto lo cual limitó su participación al inicio, no obstante durante el proceso los estudiantes tuvieron que obedecer el resultado esperado y por ello estuvieron interesados en “dar con la respuesta correcta”, sin embargo algunos alumnos establecieron objetivos alternativos durante el proceso.

Subcategoría IV. Comunicación matemática con el equipo de trabajo

La participación entre los integrantes de los equipos al inicio fue escasa, posteriormente se logró establecer comunicación verbal entre sus miembros. En relación con la comunicación escrita, los alumnos entregaron al inicio reportes básicos, durante el proceso lograron hacer

secuencias de conjeturas, traduciendo verbalmente las ideas que los alumnos creen verdaderas en conjeturas escritas, es posible conjeturar a partir de las evidencias, que la discusión del proyecto en el salón de clases contribuyó para lograrlo.

Categoría II. Actitud matemática, frente a los retos que se presentan.

Subcategoría I. Confianza en el uso de las matemáticas para resolver problemas y comunicar ideas.

El proyecto de aula permitió identificar ciclos durante el proceso; i) apropiación de información, ii) primera interpretación del contenido y la primera representación, iii) identificación de nueva información y sus conexiones con la antigua información, iv) re-interpretación de la situación en términos de la nueva información y, v) el problema evoluciona hacia una mayor precisión matemática.

Subcategoría II. Perseverancia en la búsqueda de soluciones

Los alumnos desarrollaron la habilidad para la búsqueda de soluciones, desafortunadamente, los recursos que mostraron los alumnos limitaron sus alcances.

Subcategoría III. Tolerancia para escuchar el trabajo de los demás

Al trabajar en equipo los estudiantes superaron algunas tendencias como interrumpir a sus compañeros, nuevamente la discusión del proyecto en salón de clases y en los grupos de trabajo favoreció que desarrollaran mayor tolerancia.

Conclusiones

- Se encontró evidencia para afirmar que el Proyecto de Aula es una metodología que permite la práctica real de las matemáticas y la relaciona con el entorno sociocultural donde esta práctica tiene lugar.
- Durante la experiencia de la propuesta didáctica, se advirtió que los estudiantes emplean la representación numérica de manera cotidiana y restan importancia a la representación gráfica.
- Los alumnos establecen relaciones entre las representaciones numérica y gráfica, sin embargo en el caso inverso presentan dificultades en cuanto al tratamiento en la gráfica.
- El proceso de aprendizaje durante la experiencia presentó avances y retrocesos, principalmente durante la interpretación de las situaciones obtenidas.
- El trabajo grupal contribuye para que los estudiantes superen la tendencia calculista. No obstante, cuando trabajan en forma individual, en ocasiones regresan al uso de

tratamientos cuantitativos, mientras que por equipos, emplean tratamientos cualitativos.

- Las discusiones en plenarias favorecen el debate y la defensa de argumentos en un ambiente de análisis y razonamiento.
- La forma de organizar las actividades en el curso, favorecieron la exposición de ideas y conjeturas por parte de los estudiantes.

Nota. Las autoras agradecen el patrocinio otorgado por la Comisión y Fomento a las Actividades Académicas [COFAA-IPN] para realizar y presentar este artículo. Las investigaciones con números de registro 20100459 y 20100678 han sido apoyadas por la SIP del IPN.

Referencias bibliográficas

- Abrantes, P. (1994). *O trabalho de projecto e a relação dos alunos com a matemática em experiência do projecto MAT789*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad de Lisboa. Portugal.
- Alsina, C. (1998b). Neither a microscope nor a telescope, just a mathscope. En A. Ahmed y H. Williams (Eds). *Mathematical Modelling and its Applications. ICTMA*, (pp. 45-67). Chichester: Ellis Horwood.
- Aravena, M. (2001). *Evaluación de proyectos para un curso de álgebra universitaria. Un estudio basado en la modelización polinómica*. Tesis de Doctorado no publicada, Universidad de Barcelona. España.
- Aravena, M., Caamaño C. y Giménez J. (2008). Modelos Matemáticos a través de Proyectos. *Revista Latinoamericana de Investigación Educativa 11 (1)*, 49-92.
- Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine*. Berna: Peter Lang.
- Duval, R. (2002). Representation, vision and visualization: cognitive functions in mathematical thinking. Basic issues for learning. En F. Hitt, (Ed.), *Representations and Mathematics Visualization, North American Chapter of PME* (pp. 311-335). Cinvestav-IPN, México.
- Goldin, G. y Steingold, (2001). System of representations and the development of mathematical concepts. En A. Cuoco y F. R. Curcio (Eds.), *The roles of representation in school mathematics* (pp. 1-23). Yearbook 2001. Reston, VA: NCTM.
- Gómez, J. (2003). La Modelización Matemática. Una herramienta válida en la enseñanza de las Matemáticas Universitarias. *Sumas*, 42, 37-35.

- Goldin, G. y Kaput, J. (1996). A joint perspective on the idea of representation in learning and doing mathematics. In L. Steffe, P. Nesher, P. Cobb, G. Goldin, and B. Greer (Eds.). *Theories of mathematical learning* (pp. 987-439), Hillsdale, NJ:Erlbaum.
- Lesh R. y Lehrer, R. (2003). Models and Modeling Perspective on the Development of Students and Teachers. *Mathematical Thinking and Learning*, 5, 2-3, 109-129.
- Instituto Politécnico Nacional. (2004). *Materiales para Reforma. Un Nuevo Modelo educativo para el IPN*, México: IPN.
- Niss, M. (1989). Aim and of applications and modeling in mathematics curricula. In W. Blum et al. (Eds.), *Applications and modeling in learning and teaching mathematics* (pp. 22-32).UK, Chichester: Ellis Horwood.