

LA CONCEPTUALIZACIÓN DEL CÁLCULO MEDIANTE SIMULACIONES, GRAFICOS Y ANIMACIONES.

Lidia Nieto⁽¹⁾ Alicia Tinnirello⁽²⁾,

(1), (2) *Laboratorio Informático Departamento Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario*

Zeballos 1341. (2000) Rosario. ⁽¹⁾ lbnieto@frro.utn.edu.ar, ⁽²⁾ atinnirello@frro.utn.edu.ar

RESUMEN

El diseño metodológico de esta investigación se basó en la observación, análisis e interpretación de prácticas docentes en el espacio curricular desarrollado en el Laboratorio Informático de Ciencias Básicas, donde se lleva adelante el Proyecto de Innovación Pedagógica en la enseñanza en Ingeniería.

Se desarrollaron clases teórico-práctica-tecnológicas, con material digitalizado, donde la visualización se destacó como recurso destinado a establecer un nexo entre la intuición y el rigor requeridos en el pensamiento matemático. Se establecieron vínculos entre la modelización matemática –esquema funcional, derivabilidad, diferenciales y diferencias, suavidad, extremos, monotonía, asíntotas – y sus aplicaciones a situaciones problemáticas de los conceptos incorporados a través de estos modelos.

Las actividades propuestas aportaron herramientas que están diseñadas con el propósito de producir cambios metodológicos en el proceso de enseñanza aprendizaje, al brindar la posibilidad, de acceder a materiales y recursos de la tecnología actual, así como de material bibliográfico actualizado desde los primeros años de la carrera.

Estas actividades promovieron:

- (i) El interés en los alumnos y su motivación para lograr trabajos autogestionados.
- (ii) El desarrollo de habilidades de búsqueda y selección de información.
- (iii) La visualización de simulaciones de fenómenos físicos, químicos, etc. Logrando la experimentación y el deseo de investigar.
- (iv) La preparación desde los primeros años en el uso de simuladores, graficadores y herramientas de cálculo que podrán utilizar a lo largo de toda la carrera, como así también en actividades de investigación y aplicaciones concretas en Ingeniería.

Este Sistema de Aprendizaje permitió: Generar un ambiente colaborativo por la interactividad que se desarrolla, permitiendo sociabilizar los conocimientos en menor tiempo. Descentralizar la formación, por lo que se entiende, que la información, el profesor y el estudiante pueden coincidir o no en el mismo tiempo, permitiendo mejorar la eficacia interna y externa de los sistemas educativos.

Palabras Claves: Innovación en la enseñanza, tecnologías interactivas, simulación, trabajos autogestionados, ambiente colaborativo

1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC's) están permitiendo no sólo desempeñar las funciones que tradicionalmente se le asignan a los docentes, como son las de transmisión de contenidos e información y motivación al estudiante, sino también otras como la de presentación de simulaciones y creación de entornos diferenciados de aprendizaje, como así también la evaluación de dichos aprendizajes.

Frente a este avance progresivo, aunque no con tanto impacto y rapidez como han tenido en otras instituciones sociales, la Universidad se encuentra con una realidad, presentada por el hecho de que por mucha amplitud y diversidad de medios con los que cuentan en la actualidad los profesionales de la enseñanza para realizar su actividad profesional, su uso es escaso y no integrados en la práctica curricular. Los medios, cualquier tipo de medio, siguen percibiéndose como realidades individuales y autosuficientes, respecto a las relaciones que establecen con los sujetos, profesores y estudiantes, y con el sistema en el cual se ven inmersos.

Sin embargo, las nuevas tecnologías, independientemente del potencial técnico que utilice el profesor en su práctica docente deben ser percibidas más que como elementos técnicos, como elementos didácticos y de comunicación. Esto nos lleva a asumir una serie de principios generales: El aprendizaje no se encuentra en función de las herramientas utilizadas, sino fundamentalmente sobre la base de las estrategias y técnicas didácticas que apliquemos sobre él, siendo el profesor el actor fundamental para concretar la utilización de las TIC's dentro de un contexto determinado de enseñanza-aprendizaje. Él con sus creencias y actitudes hacia los medios en general y hacia estas herramientas, determinará las posibilidades que puedan desarrollar en el contexto educativo. Todo medio no funciona en el vacío sino en un contexto complejo donde se conjugan varios aspectos tales como el psicológico, organizativo, didáctico etc., de la actividad a desarrollar. De manera que el medio se verá condicionado por el contexto y simultáneamente condicionará a éste. Los medios por sus sistemas simbólicos y formas de estructurarlos, determinan diversos efectos cognitivos en los receptores, propiciando el desarrollo de habilidades cognitivas específicas. Las TIC's por sí sólo no provocan cambios significativos ni en la educación en general, ni en los procesos de enseñanza-aprendizaje en particular [1].

Es así que debemos realizar otro planteamiento y es que la complementariedad e interacción de las herramientas informáticas debe ser un principio y estrategia a utilizar por los profesores a la hora de la selección y puesta en práctica en el diseño pedagógico que se planifique.

2. NUEVAS TECNOLOGÍAS E INFLUENCIAS EN LAS ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

De lo expresado se desprende con toda claridad que una de las transformaciones se tiene que dar en el currículum, por una parte en los contenidos que se deseen comunicar y por otra en los objetivos que se persigan. No tendrá sentido desenvolvemos en una sociedad cambiante y dinámica, y pretender presentar los contenidos a los estudiantes de forma formalizada y cerrada. Por otra parte, la capacidad de dominio de los contenidos no debe ser tan importante

como su capacidad de saber buscarlos, evaluarlos, y adaptarlos a las necesidades concretas que se puedan necesitar en un momento determinado. Bajo esta línea, no debemos dejar de lado que los alumnos para desenvolverse en la sociedad del futuro deberán poseer nuevas capacidades, como las siguientes: la adaptabilidad a un ambiente que se modifica rápidamente; saber trabajar en equipo; aplicar propuestas creativas y originales para resolver problemas; capacidad para aprender; desaprender y reaprender; saber tomar decisiones y ser independiente; aplicar las técnicas del pensamiento abstracto; saber identificar problemas y proponer soluciones.

El uso de la computadora, concebida como medio para, puede ser: Una manera de despertar o activar ciertas operaciones mentales relevantes para el aprendizaje, como las estrategias cognitivas y afectivas (particularmente el interés) y la metacognición; una forma de enseñar ciertos sistemas de códigos, símbolos o procesos para que los estudiantes pueden aprovechar mejor los mensajes de los programas informáticos; el medio para acceder a sistemas de símbolos que pueden ser internalizados, organizados, esquematizados y utilizados como herramientas mentales, es decir, como estrategias cognitivas.

Además, mediante ciertas acciones es factible fomentar el procesamiento de nueva información mostrando una estructura bien desarrollada en redes apropiadas a la materia: Estimular y guiar la generalización y la transferencia de lo aprendido, vía diversos ejemplos prácticos; modelar el uso de la resolución analítica y ofrecer diversos ejemplos y problemas para resolver; pedir y desarrollar la comparación, la inferencia y el uso de reglas lógicas; y finalmente ofrecer diversas situaciones de resolución de problemas [2].

3. IMPACTO EN EL ENTORNO DEL ALUMNO Y NUEVOS ROLES DOCENTES

Desde la perspectiva del rol del alumno, las experiencias de formación superior flexible implican un amplio acceso a recursos de aprendizaje, como así también un control activo de dichos recursos. El alumno debe poder manipular activamente la información, ser capaz de organizar información de distintas maneras, elaborar estructuras cognitivas más complejas que la simple respuesta a pantallas previamente diseñadas. Estas permitirán también acceder a grupos de aprendizaje colaborativo, pudiendo así el alumno trabajar con otros para alcanzar objetivos en común para la maduración, éxito y satisfacción personal y acceder a experiencias en tareas de resolución de problemas que son relevantes para los puestos de trabajo actuales y futuros.

Con un sistema de aprendizaje colaborativo se trata de lograr que los alumnos universitarios se transformen en participantes de un proceso de enseñanza-aprendizaje donde el énfasis se traslade de la enseñanza al aprendizaje y que se caractericen por una nueva relación con el saber, por nuevas prácticas de aprendizaje y adaptables a situaciones educativas en permanente cambio [3].

El cambio en las instituciones educativas propiciado por las potencialidades de las TIC's brinda implicaciones sociológicas, metodológicas, etc., pero sobre todo, lleva consigo cambios en los profesionales de la enseñanza y entre éstos, el cambio del rol del profesor es uno de los más importantes. Al igual que el alumno, el rol del docente también cambia en un ambiente de trabajo con recursos tecnológicos. El profesor pasa a actuar de guía de los alumnos para facilitarles el uso de recursos y herramientas que necesitan para explorar y elaborar nuevos conocimiento y destrezas, pasa a actuar como gestor de los recursos de aprendizaje y a acentuar su papel de orientador. En este contexto, será conveniente que los profesores sean capaces de guiar en el uso de las bases de información y conocimiento, así como proporcionar acceso a los alumnos para usar sus propios recursos, direccionar para que los alumnos se vuelvan activos en el proceso de aprendizaje autodirigido, en el marco de acciones de aprendizaje abierto y asesorar y gestionar el ambiente de aprendizaje donde se utilizarán los recursos. Tienen que ser capaces de guiar a los alumnos en el desarrollo de experiencias colaborativas, monitorizar su progreso; proporcionar feedback de apoyo a su trabajo; y ofrecer oportunidades reales para la difusión del mismo.

4. LA MATEMATICA EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA

A lo largo de su carrera el alumno debe lograr paulatinamente competencias que le permitan su inserción, como egresado, en una sociedad eminentemente tecnológica en la que deberá resolver con autonomía y seguridad situaciones de las más diversas índoles.

El egresado deberá, por lo tanto, participar en la toma de decisiones estratégicas de una organización y asesorar respecto de las políticas de desarrollo de las mismas. Deberá además evaluar, clasificar, seleccionar proyectos y alternativas de asistencia externa. Deberá estar capacitado para abordar proyectos de investigación y desarrollo, integrando a tal efecto equipos interdisciplinarios, asumiendo un liderazgo efectivo en la conducción técnica y metodológica de los mismos.

En este contexto, se revaloriza el rol de la Matemática, adquiriendo fundamental importancia al contribuir al desarrollo de capacidades y actitudes que posibilitan el procesamiento de la información y la resolución de situaciones nuevas.

El curso de Análisis Matemático I, aporta un conjunto de conocimientos básicos para la mayoría de las asignaturas que se dictan en forma paralela y para sus correlativas. En el abordaje de estos contenidos, se debe tener en cuenta simultáneamente, su aporte formativo, en cuanto que ayuda a afianzar el pensamiento lógico-matemático con capacidad de representar, resolver, traducir y su necesidad como contenido instrumental, que posibilita la resolución de situaciones problemáticas referidas no sólo al campo específico de esta disciplina, sino a otros muy diversos, es decir se deben alcanzar aprendizajes significativos. El propósito principal de la asignatura es utilizar el cálculo diferencial e integral en una variable como herramienta para resolver una gran diversidad de problemas.

5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

5.1 Consideraciones preliminares

Las aplicaciones a la Ingeniería requieren de la utilización de conceptos básicos de diversos grados de complejidad, es así entonces que la enseñanza de un contenido no tiene como consecuencia inmediata el aprendizaje de éste por parte del estudiante. En el nivel universitario el pensamiento matemático avanzado requiere de la interacción de procesos de representación, abstracción, modelización, generalización y síntesis. Los procesos que intervienen en la adquisición de conceptos culminan en la comprensión de las relaciones abstractas y en las capacidades de probar, argumentar y transferir desde el campo conceptual al procedimental.

Una problemática de la enseñanza de la Matemática en carreras de Ingeniería consiste en hallar la manera de incluir en las clases las principales ideas a través de las cuales entendemos porqué un resultado es verdadero, cuál es su vínculo con lo procedimental y al mismo tiempo cuáles son los lineamientos que establecen una forma rigurosa de expresión y comunicación.

La aparición de herramientas informáticas tan poderosas, debe orientar adecuadamente nuestra forma de impartir la enseñanza de la Matemática entendiendo que el acento debe ponerse en la comprensión de los procesos matemáticos más que en la ejecución de ciertas rutinas que aun ocupan gran parte de la energía de nuestros alumnos. Deben utilizarse para lograr la visualización en Matemática y se destaca tanto como un recurso para la transmisión de ideas como también para modelar, simbolizar y establecer un nexo entre la intuición y el rigor requeridos en el pensamiento matemático por su poder esclarecedor y facilitador de la comprensión resultando así un poderoso instrumento del hacer matemático [4].

5.1.1 Dificultades detectadas en la comprensión del concepto de derivada y sus aplicaciones

A través del accionar docente, se han detectado diferentes tipos de dificultades en el aprendizaje del concepto de derivada y sus aplicaciones. Enumeramos a continuación algunas de ellas a modo de ejemplo

- 1.- La derivada en un punto. En algunos textos se muestra la preponderancia de los procedimientos de carácter algorítmico algebraico, ligados más a procedimientos de carácter puntual centrados en la noción de convergencia.
- 2.- Dificultad para concebir a la derivada como una función y caracterizarla de manera global.
- 3.- La algebraización del cálculo diferencial. Esta dificultad se manifiesta en un enfoque algebraico y reduccionista del cálculo. Se basa en las operaciones algebraicas con límites y derivadas, pero que trata de una forma simplista las ideas y técnicas específicas del Análisis Matemático, como son la idea de razón de cambio instantáneo, o el estudio de los resultados de esas razones de cambio [5].

4.- Uso de la terminología matemática. El lenguaje matemático adquiere la facultad, durante el proceso de enseñanza – aprendizaje, de facilitar la expresión de los conceptos; pero, se puede configurar en una dificultad al otorgarle más importancia a la notación que al significado del concepto.

5.- Falta de enlace para crear una estructura conceptual. Es el intento de relacionar un concepto con una estructura conceptual sin ser capaz de establecer dicho enlace, obstaculizando la posterior construcción y comprensión de nuevos conceptos que dependen de éste, impidiendo la generalización de dicha noción.

6. OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Posibilitar el desarrollo de sistemas de aprendizaje mediante el uso de Tecnologías de la Información, sistemas provistos de mayor flexibilidad académica, que permiten organizar actividades teórico-prácticas tecnológicas, con fuerte acento en la conceptualización de los temas del Cálculo.
- ✓ Organizar actividades de enseñanza – aprendizaje, promoviendo la obtención de destrezas de grado superior, mediante la utilización de las nuevas tecnologías y logrando el seguimiento del grupo de trabajo, organizando un sistema de evaluación continua.
- ✓ Desarrollar la capacidad de plantear y resolver problemas generando un espíritu exploratorio y autogestionario en los alumnos desde 1er año de la carrera.

7. CRITERIOS METODOLÓGICOS GENERALES

La problemática de fondo de como impartir la enseñanza reside en crear las condiciones para que los esquemas de conocimiento que construye el alumno evolucionen en un sentido determinado. La cuestión clave no reside en si el aprendizaje debe conceder prioridad a los contenidos o a los procesos, sino en asegurarse de que sean significativos y funcionales.

El alumno necesita disponer de conocimientos previos suficientes a partir de los cuáles poder abordar los contenidos propuestos, con el fin de establecer relaciones entre ellos lo más complejas y ricas posibles que le permitan aumentar el significado de sus aprendizajes.

Por todo ello es conveniente ayudar en un principio al alumno a recordar, reordenar o asimilar aquellos conocimientos previos necesarios relacionados con el contenido propuesto, con el fin de abordar con éxito los aprendizajes programados, diseñando puentes cognitivos entre el nuevo contenido propuesto y la estructura de conocimiento que posee el alumno - organizadores previos - elaborando las estrategias adecuadas para poner a los alumnos en situación favorable a aprender. Ello implica una intensa actividad por parte del alumno y un real compromiso del docente en lo que hace a la direccionalidad, coordinación y ayuda pedagógica.

En tal sentido, se desarrolló un aprendizaje integrado - teórico- práctico y teórico tecnológico - en un intento de experiencia diferente basado en: (i) el diálogo, (ii) la convergencia de criterios y (iii) la participación activa del alumno.

7.1.- Metodología Desarrollada

El presente trabajo se enmarcó en una metodología cuantitativa cualitativa de investigación con la que se buscó describir y analizar las prácticas docentes de la enseñanza de la matemática en carreras de Ingeniería. Se consideró foco de estudio la práctica docente mediante la utilización de las Nuevas Tecnologías de la Información en nuevos ambientes de trabajo, comparando los resultados de estas prácticas con los resultados de las prácticas docentes realizadas mediante la enseñanza tradicional.

Esta investigación se basó en la observación, análisis e interpretación de las actividades desarrolladas en el espacio curricular asignado a Análisis Matemático I, en adelante se nombrarán como C1 y C2. Los contenidos de Análisis Matemático I, que se desarrollaron en la experiencia son: (i) La función derivada. (ii) Rectas tangentes y secantes. (iii) Diferencias y Diferenciales. (iv) Aplicaciones de la derivada.

En la C1 se utilizaron en el espacio correspondiente al dictado de la teoría de la asignatura clases expositivas-dialogadas, con bibliografía base recomendada y en el espacio reservado para el desarrollo de la práctica se realizó la resolución de ejercicios y problemas en pizarra. El docente propició discusiones grupales, donde el alumno propuso distintas formas de solución. También los alumnos resolvieron problemas individualmente y en pequeños grupos de discusión. El profesor tuvo presente los contenidos conceptuales y procedimentales en el desarrollo de las clases teóricas y en el de las clases prácticas.

Por otra parte, las clases se desarrollaron en dos módulos, uno destinado al desarrollo de la teoría y otro al de la práctica y tal como se mencionara anteriormente se utilizó bibliografía de base, la cual fue recomendada a los alumnos.

En la C2 se utilizó el aula taller, el Laboratorio de Informática, material digitalizado teórico-práctico donde la visualización se destacó como un recurso destinado a establecer un nexo entre la intuición y el rigor requeridos en el pensamiento matemático por su poder esclarecedor y facilitador de la comprensión. Se organizó el material de trabajo con el propósito de que los estudiantes visualicen y modelen situaciones correspondientes a un "modelo funcional" y sus características, así como el vínculo que se establece entre la modelización matemática (esquema funcional, derivabilidad, diferenciales, suavidad, extremos, monotonía, asíntotas) y lo procedimental, es decir la aplicación a situaciones problemáticas de los conceptos incorporados a través de estas visualizaciones.

Previo al abordaje del tema en estudio se realizaron talleres donde se capacitó a los alumnos en el uso del software mediante un módulo "Transformaciones de funciones a partir de modelos establecidos".

El material didáctico teórico-práctico digitalizado “Simulaciones. Gráficos y Animaciones para el Cálculo Diferencial”, fue especialmente elaborado, con un formato especial; después de presentar un determinado concepto, el estudiante está obligado a resolver problemas relacionados con el tema, a medida que se avanza en el desarrollo, lo que permitió la interacción dinámica entre la presentación del concepto y su inmediata interpretación.

Se utilizó en las discusiones grupales *lenguaje numérico, gráfico, verbal y simbólico*. De esta manera, el estudiante constantemente interpretó y expuso la información, y trabajó para encontrar la conexión entre la parte simbólica y la parte gráfico-geométrica. Se promovió el aprendizaje autogestionado, con una fuerte presencia del docente como guía de las mismas.

8. DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Se elaboró y aplicó en ambas comisiones un pre-test donde se midieron los conocimientos de los alumnos en (i) Funciones, (ii) Límite funcional y (iii) Continuidad.

Se utilizó una prueba de base semiestructurada compuesta por cinco preguntas. La primera, con diez ítems de respuesta objetiva, todos ellos con justificación (respuesta abierta). En la segunda los dos ítems están formados por cuatro oraciones inconclusas, las cuales debieron ser completadas por los alumnos. La tercera fue una pregunta de selección múltiple con justificación (respuesta abierta), siendo la cuarta y quinta preguntas abiertas.

En siete ítems de la primera pregunta se recabó información acerca de los conceptos de función, función inyectiva, monotonía, composición de funciones, simetría y función inversa, en la segunda, se observa cómo realizan las gráficas de funciones a partir de transformaciones, en los tres ítems restantes de la primera pregunta se investiga cómo manejan el concepto de límite, sus propiedades y su aplicación a la determinación de asíntotas, en la tercer pregunta se analiza la forma en que reconocen asíntotas de funciones, utilizándose tipos de funciones conocidas, en la cuarta se recaba información sobre los siguientes conceptos: (i) continuidad en un punto, (ii) continuidad en un intervalo y en la quinta se pretendió determinar cómo relacionan el concepto de continuidad con el recorrido de una función.

En la C2, también se contempló la evaluación continua como un componente de la estructura del curso, además de establecer el seguimiento mediante la entrega de trabajos prácticos digitalizados. Finalmente, gracias al uso de la tecnología, la secuencia tradicional en la que se presentaban los conceptos de cálculo se cambió, evitando la algebrización del mismo. Después de que el estudiante adquiere la comprensión del concepto de la derivada, puede comenzar a resolver problemas de optimización y graficación de funciones, más tarde se enfatizan las técnicas de diferenciación.

En la finalización del desarrollo de los temas, que fueron motivo de la presente investigación los alumnos de ambas comisiones debieron realizar una evaluación globalizadora final. Los alumnos de la C1, mediante una prueba de base semiestructurada, un 20% obtuvieron una evaluación igual o mayor al 80% (evaluación exigida por la Cátedra para la promoción directa

de los temas evaluados), con una evaluación igual o mayor al 50% aprobaron un 50% de los alumnos restantes.

En la C 2, debieron resolver una evaluación en PC y en forma escrita, según el requerimiento de cada ítem. Cada alumno contó con una computadora. El 70% de los alumnos alcanzaron un resultado satisfactorio, con un nivel de respuesta correcta mayor o igual al 80%, y el 30% restante, sólo un 50% obtuvo una evaluación menor al 50%. De lo expuesto se deduce que en la C1 un 40% de los alumnos no aprobaron la evaluación globalizadora, debiendo realizar evaluación sustitutiva, y en la C 2 sólo el 15% debió realizarla para lograr el nivel requerido.

9. CONCLUSIÓN

La visualización es un proceso que involucra al cerebro mediante procesos de codificación y decodificación y no un mero proceso óptico, es parte de una construcción social y cultural de la actividad matemática y sus formas de comunicación; además mediante el uso del material digitalizado se logró la conceptualización y la aplicación de dichos conceptos a través de la visualización, con resoluciones gráficas, simulaciones y transformaciones geométricas. Se desarrolló un aprendizaje colaborativo en el nuevo ambiente de trabajo.

Por lo expuesto podemos inferir que, para facilitar la inserción e incorporación de las herramientas de cálculo simbólico y gráfico en el currículum, favoreciendo tanto su variabilidad como la amplitud de su uso, es necesario adoptar, sin la pretensión de acotar el tema, las siguientes prevenciones: presencia docente, transformación de las concepciones que tenemos sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, formación de docentes, cambio del currículum, nuevos roles para docentes y alumnos, alfabetización informática-mediática, organización y gestión Universitaria.

Creemos que se debe lograr que la mediación tecnológica no establezca barreras en la comunicación: estudiante-profesor, estudiante-estudiante, se debe estimular por todas las vías posibles la afectividad en el proceso mediado por el uso de las TIC's, atender a la relación interpersonal que está tras el uso de los medios tecnológicos, y actuar para desarrollar las competencias para las que se ha de preparar al estudiante como profesional en Ingeniería.

Es importante comenzar a preguntarnos en función de estas nuevas metodologías ¿cómo serán los salones de clase en los años venideros? ¿Estamos trabajando para aceptar y participar en el cambio que está ocurriendo en la forma de aprender, comunicarse y enseñar?

REFERENCIAS

[1] J. Cabero Almenara, *Las aportaciones de las nuevas tecnologías a las instituciones de formación continuas: reflexiones para comenzar el debate*, 1998

- [2] C. Chadwick, *Algunas consideraciones acerca del aprendizaje, la enseñanza y las computadoras*. En "Nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza" B. Fainholc (compilación.) ,Aique ,Buenos Aires, 1998
- [3] J. Salinas, *Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la información*. Revista Pensamiento Educativo, 20. Pontificia Universidad Católica de Chile pp 81-104
- [4] M. Anaya, M.I. Cavallaro, *Conceptos y Procedimientos en el aprendizaje de la Matemática en la Ingeniería* , 2003
- [5] J. Gascón, *El problema de la Educación Matemática y la doble ruptura de la didáctica de las matemáticas*, Barcelona, 2002.
- [6] M. Paralika, *The contribution of de new technologies and modern teaching methods to the engineering education*.
- [7] L. Porcher, *Medios audiovisuales: aplicación a la lengua, matemáticas, ciencias naturales y sociales, idiomas, plástica y tecnología* A J M. Cincel. Madrid.
- [8] B. Martínez , J. Escámez , *Aula de Innovación Educativa*. Grao. Barcelona.
- [9] M. Guzmán , "El papel de la Visualización", libro El rincón de la pizarra. Pirámide, Madrid.