

ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO DE MATERIALES DIDÁCTICOS EN ANÁLISIS MATEMÁTICO I

Ferrando, Romina; Suau, Silvina

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe

rvfh@yahoo.com; silvinasuau@yahoo.com.ar

Eje temático: Educación Matemática en carreras no matemáticas. Nivel educativo: Universitario

Resumen:

En el siguiente trabajo realizamos un análisis de conceptos fundamentales para diseñar materiales didácticos para la asignatura Análisis Matemático I de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe, en la cual trabajamos como docentes.

Esta asignatura forma parte de las materias básicas de las cinco carreras que se dictan en esta Facultad: Ingeniería Civil, Mecánica, Eléctrica, Industrial y en Sistemas de Información. El dictado de la asignatura es anual y se trabaja en forma homogénea para todas las carreras.

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis del marco teórico conceptual para la elaboración de materiales didácticos para Análisis Matemático I. Luego, en una segunda etapa, realizaremos propuestas de diseño de materiales (o adaptación de materiales existentes) para poder incorporar en dicha asignatura problemas de aplicación en Ingeniería, problemas con cierto grado de dificultad que involucren para su resolución distintos temas dados, utilización de softwares, etc. Es decir, propuestas didácticas que favorezcan la comprensión y el aprendizaje significativo en los alumnos, sin dejar de tener en cuenta que serán futuros ingenieros. Consideramos que no es lo mismo enseñar matemática para matemáticos que para ingenieros.

La propuesta para esta etapa, entonces, se basa en brindar las herramientas teóricas necesarias para diseñar materiales didácticos que favorezcan la comprensión, el aprendizaje significativo y la vinculación de la matemática con la ingeniería.

ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO DE MATERIALES DIDÁCTICOS EN ANÁLISIS MATEMÁTICO I

Ferrando, Romina; Suau, Silvina

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe

rvfh@yahoo.com; silvinasuau@yahoo.com.ar

Eje temático: Educación Matemática en carreras no matemáticas. Nivel educativo: Universitario

Introducción:

La didáctica de la matemática no sólo atiende la enseñanza sino también el aprendizaje, además estudia las actividades didácticas, es decir las actividades que tienen por objeto la enseñanza, evidentemente en lo que ellas tienen de específico de la matemática. Un aspecto fundamental en la didáctica es el análisis de los materiales para la enseñanza. No sólo es importante saber enseñar algo, sino también cómo lo enseñamos, de qué forma y con qué recursos. La forma de enseñar también es contenido y, por lo tanto, las formas en que se transmiten y enseñan los conocimientos forman parte de los mismos. No es lo mismo enseñar un contenido de una determinada manera que de otra. La forma influye en la construcción del conocimiento y tiene significaciones propias que se agregan al contenido en sí. En este sentido, nos parece importante centrarnos en el análisis de materiales didácticos para nuestra cátedra de Análisis Matemático I.

En el nivel Universitario el Nuevo Diseño Curricular (y su Adecuación 2004) en la formación de ingenieros, promueve la necesidad de fomentar en los alumnos “*procesos de comprensión, análisis, comparación, síntesis, razonamiento inductivo, deductivo y analógico a través de los cuales se elaboran procesos de pensamiento, capacidades y actitudes necesarias para su profesión* (p.18 Res. 326/92 de CSU)”.

Si asumimos entonces el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática debemos concebir que los alumnos deberán entender la matemática como un campo de investigación plenamente integrado, que apunte a ayudarlos a resolver problemas, razonar y hacer conexiones. Y que debería motivárselos para explorar, calcular y hasta cometer y corregir errores para que tengan confianza en su capacidad para resolver problemas complejos que deberían leer, escribir y discutir y que deberían conjeturar, probar y construir argumentos sobre la validez de una conjetura. Es decir no limitar a las Matemáticas como una mera habilidad para resolver ejercicios sino como un camino hacia la comprensión.

Es cierto que en la actualidad hay un gran consenso en relación con los fines deseados de la educación en general y de las matemáticas en particular, pero los medios para lograr esta agenda aún hoy no están bien definidos. La mayoría de los docentes todavía están rodeados de materiales curriculares, modelos de actividades y años de experiencias que, aún hoy refuerzan la enseñanza basada en la transmisión tradicional. Aún cuando por ejemplo, se ve en la bibliografía actual que la mayoría de los textos han incorporado en su ejercitación, resolución de problemas, aplicaciones, y ejercitación con uso de calculadoras y sistemas algebraicos de cómputos, se basan en la enseñanza tradicional.

Por lo mencionado, nos parece importante centrarnos en el análisis de materiales didácticos para nuestra cátedra de Análisis Matemático I, que favorezcan la comprensión, el aprendizaje significativo y la vinculación de la matemática con la ingeniería.

Herramientas básicas para el diseño de materiales didácticos:

*El material didáctico que elaboramos es un medio para alterar la mente. Es decir, al diseñar un material, no sólo queremos mejorar la enseñanza y el aprendizaje, sino que también queremos mejorar la manera de pensar de nuestros alumnos, como así también transmitirles actitudes y valores. Asimismo, con nuestro material mostramos un marco de referencia con el que van a trabajar los alumnos, estructuras, esquemas, teorías propias del campo disciplinar, que organizan la forma de pensar y los procedimientos involucrados.
(Texto elaborado en base a la lectura de Eisner, 2004)*

Uno de los aspectos fundamentales para diseñar materiales didácticos en matemática es que los mismos sirvan para facilitar la comprensión de los contenidos de la materia por parte del alumno. La comprensión tiene que ver no sólo con los datos o contenidos particulares sino con una actitud respecto de la disciplina. Comprender implica entender algo en su contexto y concebir el todo en relación a sus partes. Implica, por supuesto, que haya interés por comprender y aprender. La comprensión va más allá de la posesión de conocimientos, implica un estado de capacitación, “*la persona que entiende es capaz de “ir más allá de la información suministrada”*” (Perkins, 1995: 82). Es importante, como docentes, favorecer la comprensión de nuestros alumnos para que sean capaces de aplicar los contenidos en situaciones nuevas.

Por otro lado, el diseño de un material para la enseñanza de la matemática en ingeniería, debería tratar de vincular a los alumnos con el trabajo profesional del ingeniero, o por lo menos con una parte de éste. Como mencionan Kozma y Schank (en: Dedé, comp., 2000) para conectar el aprendizaje con el trabajo y la comunidad, conviene que los alumnos desarrollen actividades que tengan similitudes con tareas del mundo adulto, pero relacionadas con los intereses de los alumnos, que sean complejas, se relacionen con situaciones prácticas de la experiencia laboral y la vida cotidiana, puedan resolverse de diferentes formas, tengan más de una respuesta correcta, impliquen trabajar en equipos, utilicen la misma información y herramientas utilizadas por los profesionales del campo, entre otros aspectos.

El diseño de materiales didácticos puede apuntar, entre otros objetivos, a: que el alumno pueda relacionarse con problemas similares a los de la realidad, que realice el cálculo de elementos de una estructura y analice e interprete resultados, que se acerque a la tarea profesional, que incorpore el uso de softwares y tecnologías que complementan sus actividades, que desarrolle la capacidad de escritura de textos en el ámbito académico, que pueda trabajar en equipo y aprender a buscar en diferentes fuentes de información, que pueda comprender consignas y resolver problemas de aplicación, que sea capaz de explicar oralmente lo que hizo y justificarlo. Por lo tanto, en el diseño de un material didáctico, es bueno que incluya una introducción y objetivos

detallados, ya que, como menciona Soletic (2000), las actividades deben hacer explícito el propósito que persiguen y su funcionalidad dentro de los contenidos de la materia. Asimismo, la introducción cumple el papel de presentar el tema. *“Decir cuál es el tema nos permite disponer de los conocimientos previos para que lo nuevo por aprender se integre a lo conocido, posibilitando un puente para la comprensión futura”* (Litwin, 2008: 146)

Otro aspecto importante a considerar en los materiales didácticos es incorporar instancias de trabajo en equipos, atentos a desarrollar la inteligencia distribuida (Salomón, comp., 1993). La mente pocas veces trabaja sola, en el entorno físico y social están presentes objetos y personas que aportan inteligencia a la persona que piensa. El principal sentido de la inteligencia distribuida es el pensamiento en acción, las actividades. Las mismas están posibilitadas no sólo por el sujeto que piensa, sino también por la configuración entre los recursos del entorno, las relaciones entre las personas, las situaciones y el contexto. Es decir, *“la inteligencia es algo que se ejerce y no una cosa que se posee.”* (Roy D. Pea en: Salomon, 1993: 78) Las personas aportan inteligencia mediante su forma de interpretación de las experiencias. *“Podemos hablar de la persona más el entorno como un sistema compuesto que piensa y aprende.”* (D. N. Perkins en: Salomon, 1993: 127)

Por otro lado, al diseñar un material didáctico el mismo puede estructurarse mediante títulos parciales, preguntas, incisos numerados, imágenes orientadoras, etc. Fundamentando esta estructuración, Soletic (2000) menciona *“a la hora de elaborar materiales escritos las buenas propuestas procuran que los textos ofrezcan numerosas claves de lectura: dar al texto una organización reconocible y un desarrollo ordenado, ofrecer elementos suficientes para concretar la idea global”*; es importante para facilitar la comprensión del texto contar con *“ayudas, pistas o señalizaciones”*, por ejemplo, títulos y croquis.

Un aspecto fundamental en el diseño de un material es la incorporación de *preguntas guía* en cada uno de los apartados. Esto se relaciona con los aportes de Finkel (2008), en la enseñanza basada en la indagación. La misma, considera el *interés* del estudiante como movilizador de los aprendizajes. *“Si un estudiante está interesado en lo que está aprendiendo, no preguntará nunca por qué tiene que aprenderlo.”* (Finkel, 2008: 104) Un alumno así, estará motivado por su propio deseo de resolver el problema.

Lograr despertar el interés de los estudiantes, en la universidad actual, es una tarea complicada ya que intervienen numerosos factores que la dificultan. Sin embargo, a pesar de los obstáculos, creemos que los docentes siempre debemos realizar el intento de despertar el interés de nuestros alumnos. Una opción interesante es la enseñanza basada en la indagación. En la misma, el proceso de enseñanza y aprendizaje gira en torno a preguntas, que mueven al alumno a investigar y pensar para poder contestar dichos interrogantes. El proceso de indagación, al igual que los aprendizajes en general, se enriquece del trabajo en grupos, combinando diferentes capacidades y perspectivas ante un mismo problema.

Como se observa además en el libro de Bain (2006), las preguntas son realmente importantes a la hora de enseñar y aprender. Las preguntas proponen problemas y relaciones que hacen que la materia no sea un conjunto de verdades absolutas e indiscutibles, sino conocimientos construidos

por el alumno en su proceso de indagación. Las preguntas desempeñan un papel fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje y en la creación y modificación de modelos mentales.

Para organizar la indagación consideramos como uno de los aspectos fundamentales el estimular la escritura –la narración– en los alumnos. “*Los estudiantes que se involucran en la indagación deben escribir regularmente. Sólo transformando su pensamiento tenue y emergente en palabras firmes y claras escritas sobre el papel serán capaces de considerar lo que piensan conforme lo están pensando. Y sólo escribiendo podrán empujar su razonamiento tan lejos como resulten capaces*” (Finkel, 2008: 117) Cabe destacar aquí que los alumnos de estas carreras, como futuros ingenieros, deben poder escribir y redactar claramente, no sólo textos, informes, etc., sino también procedimientos y cálculos que son igualmente necesarios. Asimismo, deben saber croquizar, esquematizar, dibujar y graficar, habilidades básicas en un Ingeniero. Por lo tanto, creemos importante comenzar a enseñar al alumno desde el primer año estas habilidades.

Respecto de las consignas de un determinado material didáctico, conviene diseñarlas de manera que representen *actividades de comprensión* para el alumno (Perkins, 1995). Cuando uno entiende algo, no sólo tiene el conocimiento, sino que puede hacer algo con él, es decir, puede realizar actividades de comprensión. Algunas de ellas pueden ser: la explicación, la ejemplificación, la aplicación, la justificación, la comparación y el contraste, la contextualización, la generalización. Estas actividades de comprensión implican pensar e involucran diferentes tipos de pensamiento y niveles de comprensión.

Otro aspecto fundamental en el diseño de materiales didácticos en matemática es que las consignas involucren el uso de las tecnologías e Internet. Como menciona Litwin (2005), en educación, las tecnologías pueden considerarse como herramientas que permiten mostrar, ilustrar y ayudar en el proceso de comprensión de los alumnos. Asimismo, establecen una forma de pensamiento determinada. Por eso, deben ser analizadas en su contexto, con el fin que el docente persiga y sus razones de utilización.

Como docentes del sistema universitario y profesionales, utilizamos frecuentemente la tecnología, ya sea Internet como programas de dibujo, cálculo o escritura. Por lo tanto, al enseñar a nuestros alumnos, futuros profesionales, tratamos de transmitirles también el uso de la tecnología, pero teniendo ciertos criterios para su utilización. Por ejemplo, el uso de Internet implica que los alumnos tengan criterios de selección de la información, saber distinguir lo útil de lo que no lo es, distinguir lo público de lo privado, etc., es decir, manejar Internet de manera crítica y reflexiva. Asimismo, si el alumno debe trabajar con softwares de cálculos estructurales, de álgebra o de análisis matemático es fundamental enseñarles no sólo a manejar el software en sí, sino a poder utilizarlo como una herramienta para resolver un determinado problema y poder interpretar sus resultados.

Este aspecto del uso de TICs se desarrollará a continuación con más detalle, por contar el mismo con especial importancia para la época en la que vivimos.

Las nuevas tecnologías y la Matemática:

La computadora ha cambiando el estilo de vida del hombre del siglo XXI y la propia matemática no escapa a las transformaciones. La misma ya no se percibe como una ciencia deductiva y exacta, sino que se le reconoce también una arista experimental. Un ejemplo lo ofrece el ya mencionado Nuevo Diseño Curricular de la Universidad Tecnológica Nacional, (resolución 64/94), en el que se establece que la metodología de enseñanza de la matemática deberá ser *“motivada y no axiomática”* y que *“los trabajos prácticos de todas las materias del área matemática serán realizados en computadora, utilizando softwares especializados que permitan manejo numérico, simbólico, gráfico y de simulación”*.

La exigencia cada vez mayor de incorporar la computadora a la enseñanza, sumada a la afinidad de los jóvenes con esta herramienta, promueve la necesidad de que la didáctica de la matemática se preocupe por analizar el uso de la misma.

El empleo de la computadora cambia, o más bien puede y debe cambiar, el proceso de enseñanza y aprendizaje. Pero se requieren de ciertas estrategias y/o mecanismos que aseguren que esta inclusión y los cambios que trae como consecuencia, redunden en un mejoramiento de este proceso.

La información disponible permite observar que la metodología, los objetivos, el uso y hasta el status de la computadora son diferentes en las distintas propuestas donde se incorpora esta tecnología para la enseñanza de la matemática.

Desde un enfoque teórico, la validez pedagógica del aprendizaje en entornos virtuales se ha cimentado en gran medida en la contribución del constructivismo y la teoría sociocultural. Conceptualmente para la teoría sociocultural los mediadores son adaptaciones activas, basadas en el vínculo interaccional del sujeto con su entorno, son instrumentos que no reproducen la realidad sino que la transforman activamente. Vygotsky distingue dos clases de instrumentos de mediación herramientas y signos, en resumen, las herramientas transforman materialmente el entorno, mientras que el signo es un mediador cultural que transforma al sujeto de dicha mediación y sus acciones en el marco de la interacción con el entorno. Un entorno virtual de aprendizaje conforma ambas caras de la mediación.

Si bien son muchas las experiencias referidas al empleo de la computadora en la didáctica de la matemática, son pocas las evaluadas, y éstas generalmente son referidas a las actitudes y motivaciones que la herramienta despierta en los alumnos y no a los conocimientos construidos. En este trabajo nos interesamos por analizar críticamente el uso de la computadora en la enseñanza del análisis matemático en el primer nivel de las carreras de ingeniería. Consideramos esta herramienta como un material didáctico fundamental.

Conclusión:

Los materiales de enseñanza son un vehículo expresivo para comunicar ideas, sentimientos y opiniones de los alumnos; a partir de estos podemos llegar a ellos y utilizarlos como vínculos, para lograr los objetivos determinados.

Desde hace unos años, en nuestra cátedra, utilizamos el software Mathematica como herramienta para resolver grupalmente un trabajo con ejercicios integradores de los temas dados, que deben presentar en el segundo cuatrimestre, cuya aprobación influye en la regularidad de la asignatura. Mediante esta forma de evaluar, los docentes de la cátedra nos preguntamos: ¿"despertamos" mayor motivación en los alumnos? ¿los estamos ayudando a desarrollar el conocimiento, las capacidades y habilidades que pueden tener y usar en otros contextos? ¿pueden generar una forma estratégica para cambiar el modo en que estudian?

La idea para este año académico 2014, como docentes de la cátedra de Análisis Matemático I, es modificar las guías de trabajos prácticos de la asignatura, incorporándoles ejercicios y problemas aplicados a la ingeniería, a la vida cotidiana, etc., para que resuelvan utilizando el software elegido (Mathematica ó Maxima). De esta manera, gradualmente los alumnos desde el inicio del curso, podrán ir incorporando las nuevas tecnologías como herramienta para propiciar mayor motivación, generar enlaces con nuevos conocimientos y lograr la interacción entre los contenidos que se exponen y aquellos que los alumnos interpretan y reelaboran, tal como lo plantea E. Litwin: "*las tecnologías poseen doble carácter, por un lado de herramienta, y por otro de entorno....reconociendo múltiples funciones...motivar, mostrar, reorganizar la información ilustrada*".

Otro cambio proyectado para este año, es la implementación del uso del Campus Virtual, que está basado en una plataforma Web llamada Moodle (Modular Object Oriented Distance Learning Environment). La función principal como docentes consistirá en organizar, crear e instalar los materiales didácticos, en dotar del contenido de la materia, definiendo e instalando los recursos materiales que los alumnos necesiten estudiar para aprender la asignatura, en incentivar a los debates en foros, en seleccionar problemas y desafíos para que los alumnos resuelvan en forma individual y grupal, según la dificultad de los mismos.

Consideramos que es importante introducir metodologías que ayuden al alumno a "aprender a aprender" mediante la idea de investigar, consultar, pensar, repensar conceptos, etc. Para ello es imprescindible que los docentes cambiemos nuestra actitud adoptando las estrategias que promuevan el aprendizaje significativo de conceptos fundamentales de las asignaturas y generen las habilidades necesarias para el aprendizaje autónomo.

Bibliografía:

- ✓ BACHELARD, G. (1983). *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires: Editorial Siglo XXI.
- ✓ BAIN, Ken (2006). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- ✓ BLYTHE T. y colab. (1999). *La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente*. Barcelona: Editorial Paidós.
- ✓ BORSOTTI, C. (2007). *Temas de metodología de la investigación en ciencias sociales empíricas*. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.

- ✓ BROUSSEAU G. (1986). *Fundamentos y Métodos de la Didáctica de la Matemática*. Córdoba: Centro de estudios avanzados IMAF.
- ✓ BURBULES y CALLISTER (2000). *Educación. Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*. Barcelona: Granica.
- ✓ CHEVALLARD, Y.; Bosch, M. y Gascón, J. (1997). *Estudiar matemáticas, el eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje*. España: Editorial Horsori.
- ✓ CHEVALLARD, Y. (1997). *La Transposición didáctica del saber sabio – al saber enseñado*. Argentina : Editorial Aique.
- ✓ DEDE, C. (comp.) (2000). *Aprendiendo con tecnología*. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- ✓ EISNER, E. (2004). *El arte y la creación de la mente. El papel de las artes visuales en la transformación de la conciencia*. Buenos Aires: Paidós
- ✓ FINKEL, D. (2000). *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia
- ✓ FISCHMAN, G. (2006). *Aprendiendo a sonreír. Aprendiendo a ser normal*. En: DUSSEL Y GUTIÉRREZ (2006). *Educación la mirada. Políticas y pedagogías de la imagen*. Buenos Aires: Manantial
- ✓ GARDNER, H. (1994). *La mente no escolarizada. Cómo piensan los niños y cómo deberían enseñar las escuelas*. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- ✓ LITWIN, E. (2005). *Tecnologías educativas en tiempos de Internet*. (1º edición). Buenos Aires: Amorrortu editores.
- ✓ LITWIN, E. (2006). *Nuevos escenarios en el estudio de las tecnologías en las escuelas*. Mar del Plata: Conferencia en Primeras Jornadas Nacionales de EducaRed en Argentina “Educación y Nuevas Tecnologías”.
- ✓ LITWIN, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- ✓ LITWIN, E. (Compiladora). (1995). *Tecnología Educativa. Política, historias y propuestas*. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- ✓ LITWIN, E. (1997). *Enseñanza e innovaciones en las aulas para el nuevo siglo*. Buenos Aires: Editorial El Ateneo.
- ✓ MOLINAS, I. (2005). *Memoria de elefante: interrogantes sobre la incorporación de los videojuegos en la enseñanza*. En: LITWIN, E. (2005) *Tecnologías educativas en tiempos de Internet*. (1º edición). Buenos Aires: Amorrortu editores.
- ✓ NCTM. “Principios y Estándares para la Educación Matemática”, Resumen Ejecutivo http://www.nctm.org/uploadedFiles/Math_Standards/Executive%20Summary%20_Spanish_e-Final.pdf
- ✓ PERKINS, D. (1995). *La escuela inteligente*. Barcelona.
- ✓ SALOMON, G. (comp.) (2001). *Cogniciones distribuidas*. Buenos Aires: Amorrortu.
- ✓ SAUTU, R. (2003). *Todo es teoría*. Ediciones Lumiere S.A.
- ✓ STONE WISKE, M. (comp.). (1999). *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Barcelona: Editorial Paidós.