

## UNA PROPUESTA DE AUTORREGULACIÓN PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL

Elsa Rodríguez y Margarita Veliz  
Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.  
[eareal@herrera.unt.edu.ar](mailto:eareal@herrera.unt.edu.ar) ; [mveliz@herrera.unt.edu.ar](mailto:mveliz@herrera.unt.edu.ar)

### Resumen

Ante las limitaciones de los métodos y procedimientos de la enseñanza tradicional, sustentados en la actividad del docente y la pasividad del alumno, han surgido en la última década, variadas respuestas que pretenden mejorar la práctica de la enseñanza y del aprendizaje, entre ellas, las computadoras y los tutores inteligentes. Según Rivera Porto, E. (1997), el diseño y modificación de módulos educativos computadorizados, debe ser parte de la formación de maestros y educadores, y una de sus actividades cotidianas. Desde el año 2001, trabajamos con los alumnos de primer año implementando guías de autorregulación en el aprendizaje del Cálculo Diferencial. En este trabajo, proponemos una metodología alternativa para el proceso de enseñanza - aprendizaje, mediante la complementación de dichas guías con una primera aproximación al empleo de un tutor inteligente, en la Facultad de Ciencias Económicas de la U.N.T.

### Introducción

En la modalidad presencial vigente en nuestras aulas, las condiciones de masividad en las cuales se desarrollan las prácticas docentes, obligan al profesor a focalizar la enseñanza como una mera transmisión de los contenidos disciplinares. La técnica más utilizada es la exposición, erigiéndose así el docente en la fuente principal de conocimientos. El alumno asume un rol pasivo, asistiendo a clase en los horarios establecidos y tomando notas de los contenidos desarrollados por el profesor. Esta concepción de la enseñanza como transmisión, se manifiesta en tratamientos separados de la teoría y su aplicación práctica, no sólo en tiempo y espacio sino también en desarrollos realizados por distintos docentes. Esta metodología fragmentaria, que en principio se justifica por la exagerada desproporción entre el número de docentes y alumnos, y la reglamentación vigente sobre las funciones de los distintos estamentos docentes, requiere una revisión por cuanto la integración teoría - práctica guarda una estrecha relación con la capacidad del egresado para establecer relaciones significativas en una realidad compleja y diversa.

La computación educativa, es una disciplina en pleno crecimiento, no sólo por el interés y múltiples aplicaciones que ha suscitado en las escuelas, universidades y centros de entrenamiento empresarial, sino porque ha permitido emprender el camino difícil pero fructífero de incorporar el tratamiento de la información al proceso educativo. Esta incorporación de la computación al quehacer educativo, ya no es sólo una añadidura más, sino que desborda su ámbito de instrumento o herramienta de enseñanza para llegar a la esencia misma de la educación: el aprendizaje y el crecimiento intelectual de las personas. "Al ser la actividad educativa intensiva en procesamiento de información como base del conocimiento, la Informática y las tecnologías de la información ofrecen grandes aportaciones para el dominio de la educación y la formación profesional; las aplicaciones son múltiples y abarcan los aspectos curriculares, pedagógicos, administrativos y los relacionados con la formación y la capacitación" (Téllez Reyes Retana, E. et al, 1998: 67-78).

Por otro lado, no debemos olvidar que durante miles de años, la información acumulada por la humanidad creció a un ritmo lento, casi imperceptible, pero en los últimos siglos, el volumen de conocimientos se incrementa progresivamente con una curva de despegue desde la revolución industrial. El incremento del nivel de conocimiento es tan rápido que cada vez es más difícil escribir un libro y publicarlo sin que haya perdido actualidad. Algunas estimaciones actuales calculan que en un campo como la ingeniería informática, a partir del año 2000, la cantidad de información disponible se duplica cada año. Las consecuencias que esto acarrea a la Universidad son, por un lado, la necesidad de una permanente actualización y, por otro lado, la necesidad de diseñar y utilizar nuevos modos de organizar y acceder a la información. Ante las limitaciones de los métodos y procedimientos de la enseñanza tradicional, sustentados en la actividad del docente y la pasividad del alumno, han surgido variadas respuestas que pretenden revolucionar la práctica de la enseñanza y del aprendizaje. Entre esas respuestas encontramos las computadoras y los tutores inteligentes, lo que inspiró nuestra propuesta.

En Latinoamérica son muchos los centros que se encuentran trabajando en esta línea de investigación en educación. Un indicador de esto son las innumerables ofertas de carreras que relacionan la Matemática y la Informática Educativa, que proponen actualmente las distintas Universidades y Centros de Estudios de distintos lugares en el mundo, muchos de ellos en Latinoamérica. En los tiempos de la globalización con la exigencia de eficiencia y eficacia, la computadora se convierte en el instrumento que permitirá al docente desarrollar el proceso de enseñanza con una mayor calidad.

Como un recurso más, producto de la ciencia de la Inteligencia Artificial, aparecen, como ya dijimos, los tutores o entrenadores que se adaptan maravillosamente al campo de la Matemática. Posibilitan además "ganar tiempo", pues permiten que muchos contenidos puedan ser estudiados de forma individual por el alumno, guiado por la computadora. Estos tutores están capacitados para instruir eficazmente sin participación directa del profesor, de forma tal que el alumno aprende a su propio ritmo, convirtiéndolo en participante activo ya que su empleo exige de éste respuestas frecuentes. Además, el tutor proporciona la confirmación o corrección inmediata de la respuesta lo que permite al alumno conocer el valor de ésta. Y desde el punto de vista afectivo, el uso de la computadora permite que la autoestima del alumno no sufra daño, pues éste está en total libertad de equivocarse e incorporar el error como un componente natural de su aprendizaje.

Si pensamos ahora en la Universidad Nacional de Tucumán y más específicamente en la Facultad de Ciencias Económicas, diremos que la formación matemática de los alumnos requiere un urgente enfoque renovador y progresista del proceso de enseñanza y aprendizaje. Así entonces analizando nuestra realidad, sería lógico pensar que si consiguiéramos en nuestra facultad poner al alumno frente a una computadora y a un tutor, los docentes podríamos reducir considerablemente las semanas que actualmente dedicamos a los tradicionales trabajos prácticos, con sus interminables listas de ejercicios, muchos de los cuales deben ser resueltos como "modelo" en clase, y de acuerdo con lo demostrado por Kimball, obtendríamos resultados más satisfactorios a la hora de evaluar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. No podemos negar la importancia radical que tiene en

nuestros días el ejercer una práctica docente que no permanezca alejada de las nuevas estrategias metodológicas, surgidas de la tecnología, y que posibilitan que el aprendizaje de los alumnos sea más significativo, dinámico y fundamentalmente más actual. El uso de la computadora, como herramienta pedagógica fundamental capaz de captar el interés del estudiante, se ha convertido en el recurso imprescindible del profesor del tercer milenio. Por ello, con una mentalidad abierta a los cambios y en la búsqueda de un crecimiento profesional y personal, creemos que los docentes debemos incorporar de manera progresiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje, las nuevas herramientas que nos brinda la Informática Educativa.

La conveniencia de introducir las TIC'S (Tecnologías de Información y Comunicación) en la enseñanza y el aprendizaje, tiene muchas finalidades. Por un lado, está el problema económico del costo de la educación. Con estas tecnologías supuestamente se pretende abatir los costos y en última instancia poner la educación accesible a todos. Igualmente se maneja el hecho de extender los ofrecimientos educativos a toda la población. Finalmente, se piensa que las TIC'S pueden mejorar sustancialmente la calidad de la educación, tradicionalmente medida a través de índices de aprovechamiento, retención, disminución de la reprobación etc. Ignorar las nuevas tecnologías, cuando nuestros alumnos las utilizan, sería un camino riesgoso y sin salida, con el peligro cierto de quedar al margen del mercado laboral. Es quizás, un planteamiento un poco duro, pero como docentes, como formadores, como responsables de instituciones educativas, no podemos dejar de ver que las nuevas tecnologías están instalándose muy rápidamente en la vida cotidiana de las personas y que familiarizarse con ellas, aprender a utilizarlas, es una forma de actualizar nuestra formación y enriquecer cualitativamente nuestra labor. Una de las más grandes e importantes aportaciones de la computación a la educación, es la de lograr individualizar algo más la educación, lo que significa el ir en contra de la corriente general de la educación: la masificación.

La mayor parte de la información que hemos recibido a lo largo de toda nuestra vida académica estaba contenida en palabras, en muchos casos escritas. Nosotros asociamos información con libros guardados en bibliotecas. Pero esto está cambiando, el crecimiento del peso de la imagen sobre lo escrito nos lleva a la moderna sociedad audiovisual, dominada por los medios, fundamentalmente por la televisión. "La imagen entra con tal fuerza que la mayoría de la población la utiliza como fuente de información" (Bartolomé, A. R. 1999:56). Nos enfrentamos entonces a dos cambios sociales: el que nos conduce a la cultura del espectáculo, la diversión, el entretenimiento; y el que nos lleva hacia la participación, el diálogo, la búsqueda cooperativa. Las TIC'S están evolucionando hacia sistemas más participativos: Internet, sistemas de aprendizaje por computadora, foros temáticos. Además dijimos que tenemos que acceder a la información de una manera "divertida", porque es a través de la diversión como los niños y los mayores de hoy acceden a ella. Si nos preguntamos porqué un alumno es incapaz de trabajar diez minutos seguidos en una clase y puede pasar horas delante de la computadora tendremos que darnos cuenta que allí está la diferencia entre lo aburrido y lo divertido. Los profesores tenemos que diseñar actividades en las que los alumnos se sientan involucrados y en cuya realización encuentren una satisfacción.

**Desarrollo**

A partir del año 2001, en la asignatura Cálculo Diferencial de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Tucumán, se implementó la utilización de guías de estudio y trabajo para facilitar el aprendizaje de los estudiantes, las que contaron con elementos de autorregulación y autoevaluación. Nuestro propósito es complementar las guías con la utilización de la computadora, como paso previo al uso de un tutor inteligente. Cada unidad de estudio en estas guías los orienta para que aprendan a aprender de manera consciente, independiente y autorregulada, proporcionándoles estrategias de aprendizaje (reconocimiento de ideas previas, mapas conceptuales, cuadros sinópticos, esquemas). En las actividades de aprendizaje aparecen las definiciones necesarias y básicas, como así también enunciados de propiedades y teoremas que son esenciales conocer y memorizar, a fin de que luego puedan aplicarlos. Además se ejemplifican situaciones y se propicia su análisis de modo que los alumnos cuenten con métodos de trabajo y una orientación para su trabajo independiente, a la vez que vayan autorregulando su aprendizaje. Se proponen ejercicios y problemas teniendo en cuenta los diferentes niveles de asimilación. Se da finalmente para cada tema, propuestas de autorregulación diferenciadas según los objetivos logrados.

En estas experiencias se trabajó con la totalidad de alumnos inscriptos en la asignatura; cabe destacar que los resultados correspondientes a ambos períodos lectivos (2001 y 2002) fueron muy similares. Se aplicó una encuesta, en la que se tuvieron en cuenta los diferentes factores o componentes de autorregulación. Para las mediciones se trabajó con la Escala Tipo Likert, adjudicándose a cada respuesta desde 5 (cinco) puntos a las totalmente favorables en cuanto a la autorregulación, hasta 1 (un) punto a las totalmente desfavorables, ya que los alumnos contaron con 5 (cinco) opciones para responder cada pregunta. La mayor frecuencia se registró en ambos casos, en el nivel medio de autorregulación. Entre los resultados obtenidos, se destacan los siguientes: los alumnos no persisten en el trabajo cuando se enfrentan con dificultades, no tienen el hábito de reflexionar sobre los métodos de solución empleados en sus tareas, ni sobre otras vías de solución, una vez que consideran alcanzada la misma. Es necesario incentivarlos a que lo realicen ya que es una ayuda a la reflexión metacognitiva y por tanto al aprendizaje autorregulado. Respecto al control necesario para autorregular el aprendizaje, más del 50% de los alumnos manifestó haber controlado la comprensión y los progresos y más del 60% el tiempo dedicado al estudio y el lugar físico para estudiar. En cuanto a un factor muy importante en el aprendizaje autorregulado, como es el de corregir sus propios errores y aplicar correctivos en el proceso de aprendizaje para obtener mayores logros, los resultados muestran que los alumnos en buen porcentaje buscaron ayuda para corregir errores pero en menor porcentaje aplicaron acciones correctivas en el aprendizaje.

Se sabe que el alumno rinde más y mejor cuando está motivado. Es de interés entonces, que nosotros, como docentes del área Matemática podamos potenciar fuertemente el desarrollo adecuado de metodologías en esta asignatura, a fin de que los alumnos experimenten el proceso de aprendizaje de esta disciplina como algo alcanzable por ellos, perdiendo el miedo y la distancia que culturalmente se ha creado ante esta materia. Es por eso que nuestra propuesta trata de complementar las guías elaboradas para la asignatura, con el empleo de este elemento motivador como es la computadora. Respecto a este tema, se

aplicó una encuesta a 494 alumnos sobre un total de 1126 que cursaron Cálculo Diferencial en el año 2002. Los resultados manifiestan el alto interés de nuestros alumnos por este aprendizaje complementado guías - computadora.

	Si	No	NS/NC
¿Dispone de computadora?	46%	46%	8%
¿Posee su computadora un kit multimedia?	74% (de los que disponen de PC)	14% (de los que disponen de PC)	12% (de los que disponen de PC)
¿Emplea la computadora habitualmente?	63% (de los que disponen de PC)	34% (de los que disponen de PC)	3% (de los que disponen de PC)
¿Utiliza la computadora para trabajar?	74% (de los que disponen de PC)		
¿Utiliza la computadora para jugar?	47% (de los que disponen de PC)		
¿Utiliza la computadora para estudiar?	47% (de los que disponen de PC)		
¿Cree que se podría incorporar la computadora al aprendizaje de esta materia?	45% (del total)	18% (del total)	37% (del total)
Porque su empleo implica una forma de enseñanza más moderna	29% (del total)	3% (del total)	68% (del total)
Porque le permitiría realizar un aprendizaje más independiente	27% (del total)	4% (del total)	69% (del total)
¿Considera que la Enseñanza a Distancia es una alternativa válida para solucionar los inconvenientes que ocasionan las clases numerosas?	37% (del total)	36% (del total)	27% (del total)

En este trabajo, presentamos un sistema de enseñanza asistida por computadora para la asignatura Cálculo Diferencial, como una primera aproximación al posterior empleo de un tutor inteligente, en la Facultad de Ciencias Económicas de la UNT, que será aplicada en el 2º cuatrimestre del periodo lectivo 2003.

### Conclusiones

- Las actividades propuestas en las guías de estudio, con sus estrategias para solucionar ejercicios y problemas, posibilitan la autorregulación del aprendizaje por el propio alumno, dando lugar también a que reflexione sobre sus métodos de estudio y su forma de construir el conocimiento, actividad metacognitiva de un alto valor psicopedagógico.
- El factor motivacional es de gran importancia a la hora de aplicar estrategias metacognitivas. Es por tanto de gran interés, poder incrementar el porcentaje de alumnos motivados para las tareas, y consideramos que una buena alternativa para lograrlo es el empleo de la computadora, según lo manifestado por los propios alumnos.
- Se demostró que con la nueva metodología implementada para las clases prácticas de Introducción al Análisis Matemático (Cálculo Diferencial), en las condiciones de la

Facultad de Ciencias Económicas de la U.N.T., se incrementó el trabajo independiente de los alumnos en las clases prácticas.

- La práctica de autoevaluación y el hábito del trabajo independiente se realizó predominantemente en los alumnos con niveles altos de autorregulación.

–

### **Bibliografía**

Jorba, J. y Casellas, E. (eds.) (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Editorial Síntesis, España.

Marina, J.A.; et al. (1999). *Educación e Internet*, Grupo Santillana de Ediciones, España.

Rivera Porto, E. (1997) *Aprendizaje asistido por computadora*, en <http://www.stedwards.edu/badm/naba/rivera/publications/libros/libros.htm/edu2.htm>

Schunk, D. y Zimmerman, B. (1994) Dimensions of academic self-regulation: A conceptual framework for education. En *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications*, pp. 3-21, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.

Téllez Reyes Retana et al. (1998). VIII Reflexiones en torno al mundo informatizado y virtual de fines del siglo XX. En *Estructuración de programas de educación abierta y a distancia en la formación y capacitación continua de profesionales ante la demanda del mundo globalizado*, en <http://www.uv.mx/video/redead/Plbros.aspx>.

Veliz, M. (2002). *Sistema de autorregulación y autoevaluación del aprendizaje del cálculo diferencial para estimular el trabajo independiente de los alumnos en las clases prácticas*. Tesis de Magíster. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.

Kimball, R. (1998). *Tutor de auto-perfeccionamiento para la integración simbólica*, Xerox Corporation, OPD Systems Development, Palo Alto, California, U.S.A