

DEL LIBRO AL ORDENADOR:  
RECONSTRUCCIÓN DE UNA EXPERIENCIA  
DE DOCENCIA UNIVERSITARIA  
EN MATEMÁTICAS

Juan Duarte Vargas  
Universidad de Antofagasta, Chile

RESUMEN

El presente artículo muestra una experiencia histórica en el campo de las matemáticas con el uso educativo de nuevas tecnologías, según su evolución en el tiempo, para hacer una propuesta de *web* educativa en contenidos iniciales de Matemáticas y Estadística, a la luz de teorías de aprendizaje.

PALABRAS CLAVES: Enseñanza Universitaria, aprender matemáticas, *web*, teoría de aprendizaje, comunicación, cognición.

ABSTRACT

The present article shows a historical experience in the field of the mathematics with the educational use of new technologies, according to his evolution in the time, to do a proposal of educational *web* in initial contents of Mathematics and Statistics, in the light of theories of learning.

KEY WORDS: University Education, to learn mathematics, *web*, theory of learning, communication, cognition.

INTRODUCCIÓN

Permanenteemente la Universidad está revisando sus procedimientos y objetivos para adaptarse o promover cambios sociales. Desde un tiempo a esta parte la cultura audiovisual y tecnológica imperante en la sociedad actual obliga a la Universidad, al menos en el aspecto docente que nos preocupará en este trabajo, a replantearse sus estrategias de enseñanza y a ahondar su investigación en los procesos de aprendizaje. Y particularmente en ciencias como la matemática, que debe sufrir la etiqueta de «difícil y aburrida». Es fácil encontrar ejemplos de situaciones educacionales por las cuales los alumnos se resisten a sentir simpatía por las matemáticas. Transfieren su sentir incluso al profesor que expone los contenidos. Asistir

a una lección de matemáticas se convierte muchas veces en un hecho poco feliz. Es que las matemáticas (desde el griego: «algo que se puede aprender») necesitan del aprendizaje el desarrollo de su capacidad de abstracción, que es lo que favorecerá grandemente su entendimiento y posterior aprendizaje.

Cuando, en la actualidad, el desarrollo vertiginoso de la tecnología digital nos permite ir viendo, con cierta sorpresa y asombro, cómo algunas cuestiones matemáticas que antaño nos costaban tanto imaginarlas después de largos desarrollos explicados paso a paso e interpretados con detalle y rigurosa fundamentación (considerada ésta, en aquellos tiempos, como la mejor metodología de enseñanza), hoy en pocos segundos se pueden «ver» generadas en forma práctica por un ordenador. Y es que esto ha complicado mucho más la posición del profesor de matemáticas. Es posible escuchar a menudo expresiones como «¿y para qué complica tanto la explicación si en casa tengo en el ordenador un programa que rápidamente hace lo que él está explicando?» o bien «Profesor... ¿cuándo vamos a hacer ejercicios?», declarando una gran indiferencia por la esforzada y, muchas veces, esmerada y cuidadosamente planificada explicación con la cual el profesor hacía gala de sus dotes de comunicador de ideas abstractas. Es que los elementos con los cuales está contando hoy en día el aprendiz pueden superar, incluso, a aquellos con los que cuenta el profesor para preparar y realizar su exposición. Corren tiempos en que los profesores de matemáticas debemos replantearnos muchas cuestiones de recursos y metodología. Sobre todo cuando los alumnos están cambiando su forma de realizar los aprendizajes debido a su continua exposición a la influencia de las nuevas tecnologías. La enseñanza de la matemática debe cambiar. De hecho, lo está haciendo a través del trabajo pionero de algunos profesionales que, por razones diversas (profesores, pedagogos, informáticos, diseñadores publicitarios, etc., todos con diversos puntos de vista) se ven involucrados en el análisis de los elementos que harán metodológicamente más atractiva a las presentaciones de temas matemáticos a través de recursos multimediales.

Muchos establecimientos educacionales están innovando en su quehacer docente, con el apoyo de las NTIC. La preocupación por la incursión educativa en Internet, en un contexto general, es tema que abordan ya muchos autores (Cebrián Manuel (coord.), 2003; Agnued Gómez, J.I., Cabero Almenara J., 2002; Barajas Frutos M., Alvarez González B., 2003).

Me estimula a escribir el presente trabajo el poder compartir ideas y experiencias con otros profesionales interesados en la investigación de recursos y metodología que emerge con la enseñanza de la matemática cuando es realizada por Internet con la asistencia de los nuevos y siempre cambiantes recursos tecnológicos existentes. Para ello comenzaré trazando la evolución que del uso de las distintas tecnologías (impresas, audiovisuales e informáticas) hemos realizado en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Antofagasta en estos últimos treinta años. Finalizaré con una propuesta de *web* educativa para la enseñanza de la matemática y la estadística fundamentada en los principios de la teoría de la enseñanza formulada por Bloom.

## BREVE RESEÑA HISTÓRICA. LA INNOVACIÓN CON RECURSOS TECNOLÓGICOS

Sucesos y decisiones que en determinado momento histórico se han debido tomar y los efectos que de ello se han derivado, además de uno que otro elemento que puede aportar a ver el problema desde vivencias, tal vez, diferentes, pueden constituir información importante. Mis primeros contactos con la tecnología de punta ocurrieron formando parte de un grupo de académicos universitarios de matemáticas en 1972, en una de las sedes de la Universidad Técnica del Estado, en Antofagasta, zona norte de Chile. A esta Universidad la definían carreras de ingeniería. Los lineamientos de contenidos temáticos, bibliografía, estructuración curricular, en fin, nos llegaban desde la casa matriz en Santiago de Chile, de manera que nuestro aporte podía ser en gran medida nuestra propia capacidad para transmitir esos contenidos y lograr que nuestros alumnos aprendieran la matemática que se necesitaba y cumplieran los objetivos trazados. La realidad chilena, en aquella época, nos daba un trabajo arduo pero incentivador. Nuestra metodología aplicada nos permitía tener alumnos en consulta permanente en nuestros despachos, realizándose así una constante actividad tutorial ante la exigencia que imponía nuestro ritmo de trabajo. Por momentos, diez o doce alumnos (las dimensiones del despacho lo permitían, de pie o como fuera posible) discutían con nosotros conceptos, definiciones, ejemplos, estrategias, ejercicios, conductas, relaciones del contenido con otras partes del temario, relaciones con otras partes de la malla curricular de la carrera, en fin, a la luz de un único objetivo: buscar el *aprender*, el *conocer*, el *tener información*. Llegábamos a afirmar que *los problemas propuestos como trabajo tienen autor* (pues han sido tomados desde un libro, mayoritariamente; desde una publicación, desde una revista, desde la entrevista con un profesional, desde una observación de la realidad), pero *las soluciones propuestas tienen muchos autores*; y ser autor de alguna de ellas era la aspiración que guiaba al estudiante. Se conseguía estimular su capacidad y deseos de aprender. Pero para aprender hay que entender y para entender hay que razonar: allí entra el potencial de la formación matemática a la que propendíamos con todo nuestro quehacer docente.

En el mismo momento histórico, 1972, existían en la ciudad de Antofagasta dos sedes universitarias estatales: una de la Universidad Técnica del Estado, a la que me refería antes, y una de la Universidad de Chile, con carreras de pedagogía, ciencias de la salud y ciencias del mar.

En 1980 culminaba, por decisión del gobierno de la época, un proceso que acabaría con las sedes universitarias estatales de la Universidad Técnica del Estado y de la Universidad de Chile para dar paso a fusiones de sedes de estas universidades y al nacimiento de universidades regionales, que deberían tener administración propia. Así nace la Universidad de Antofagasta en 1980, en la cual soy académico del Departamento de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Básicas. Nuestro Departamento es responsable de dictar asignaturas a cinco de las seis Facultades de la Universidad. Por esto mismo, se hace necesario estar constantemente inspeccionando las metodologías aplicadas para lograr los objetivos que se persiguen en la formación de alumnos de cada una de estas Facultades. Es la razón por la que

actualmente nos interesa, por su particular e inevitable desafío, la enseñanza con nuevas tecnologías.

#### ESTADO DE SITUACIÓN EN LA DÉCADA DE LOS 70. EN LOS ALBORES DEL PROCESO DIGITAL

Uno de los problemas principales en la divulgación masiva de conocimientos estaba en la casi imposibilidad de hacer reproducciones abundantes de contenidos de textos específicos para ser leídos por los alumnos de nuestras asignaturas de matemáticas. La antigua máquina de escribir permitía, a lo más, unas tres hojas de texto escrito, con una legibilidad aceptable (una en *original* y las demás en *copias*). La producción de muchas copias de las notas realizadas por los profesores era un sufrimiento lento y prolongado para las secretarías. La llegada de las máquinas eléctricas, solucionó en gran parte el problema de la reproducción, la velocidad y la calidad de los textos escritos (no realizados por una imprenta que, por sus costos, no realizaba impresiones en cantidades pequeñas). Una de las grandes dificultades de la escritura en estas máquinas era la alta cantidad de símbolos matemáticos contenidos en las notas originales. Un acierto de la época fue el «papel hectográfico», que permitía imprimir con cierta comodidad una cantidad de copias que alcanzaba con facilidad unas ochenta (la impresión requería de alcohol). Esto hacía que nuestro contacto con los alumnos se enriqueciera. Podíamos llegar más rápido a una cantidad mayor de alumnos en un tiempo prudente.

El libro era, por esa época, el rey por excelencia. Leer libros de matemáticas o de física (dos de las asignaturas más importantes para los alumnos de ingeniería) hacía que las bibliotecas se poblaran de copias de una misma edición para abastecer la demanda del alumnado, ávido por leer y comprender estos contenidos. Había autores para lectores (algunos alumnos aprendían a través del estilo de ciertos autores) y lectores para autores (algunos alumnos no necesitaban del detalle redundante que les hiciera aburridor tener que estudiar textos tan extensos). La biblioteca, entonces, tenía gran importancia para todos los estudiantes que querían ser profesionales informados de los «últimos conocimientos».

A mediados de la década, las máquinas eléctricas podían ya escribir con distintos «fonts» (el inglés comenzaba a ser prácticamente necesario). Como novedad, venían disponibles los primeros símbolos, al menos el alfabeto griego, tan utilizado por los matemáticos para definir sus variables. Estos adelantos daban un respiro al trabajo de las secretarías. Otro de los adelantos de la época lo constituía el papel stencyl, al que los «fonts» de la máquina de escribir eléctrica perforaban con regular presión. Estas hojas escritas se collocaban en unas máquinas multycopiadoras que, con una tinta especial, producían copias con una presentación mejorada, en beneficio del usuario aprendiz. Se podía ahora imprimir con generosidad más de las copias necesarias para abastecer a los cursos masivos, particularmente los primeros años de las carreras de ingeniería. Se solucionaba el problema de la confección de material docente de apoyo al proceso de enseñanza. La llegada al mercado de máquinas capaces de perforar ellas mismas los escritos de una secretaria en un docu-

mento común y corriente, para realizar la impresión agilizada aún más el proceso. El problema de los símbolos todavía seguía siendo un obstáculo.

Las notas, redactadas por los profesores para acotar los temas (que eran tratados con objetivos diferentes por los autores recomendados en la bibliografía) resumían, detallaban, ilustraban procedimientos, aconsejaban o daban ejercicios propuestos para ser trabajados posteriormente por el alumno. El material de apoyo adicional, textual e impreso en la forma ya detallada, era una forma amistosa de apoyo no presencial al alumno. Por supuesto, este medio de contacto con el alumnado se enriquecía aún más con el trabajo tutorial realizado en los despachos del profesorado. El contacto humano profesor-alumno era abundante y motivador.

#### LOS PRIMEROS ADELANTOS ELECTRÓNICOS

Paralelamente a los acontecimientos ya descritos, velozmente emergía una corriente innovadora. La «computación» pasaba a ser algo deseable de enseñar e integrar en la formación de los futuros profesionales. Aparecían por nuestro país las primeras calculadoras de bolsillo con, al menos, las cuatro operaciones fundamentales. Los grandes computadores estaban siendo programados en Lenguaje Fortran, y nuestro Departamento de Matemáticas daba los primeros pasos para seguir las corrientes curriculares innovadoras que aconsejaban el aprendizaje de la programación de computadores. Éste se vislumbraba como una forma de quitar el peso de los cálculos y esbozos de gráficas funcionales, única manera en la que el alumno pudiese «ver», con un sentido práctico, lo que estaba aprendiendo. Por supuesto, la gran importancia de la enseñanza de contenidos matemáticos radicaba en la transmisión de habilidades para realizar una buena cantidad de demostraciones algebraicas o geométricas, fundamentadas por argumentos teóricos aprendidos en densas presentaciones realizadas largamente en el aula. Se planteaba dejar de lado el aprendizaje memorístico de las tablas de multiplicar e ingresar al aula la calculadora para agilizar la resolución de problemas prácticos. Para grandes cálculos se usaba el computador central de la universidad con su gran cantidad de terminales y sobre la base de conocimientos de lenguajes de programación. Para pequeños cálculos, estaba la calculadora de bolsillo, que iba ganando su espacio poco a poco al dotársele cada vez de más habilidades. Incluso surge un nuevo lenguaje de programación: Basic. Cincuenta pasos de programación eran ya todo un éxito para algunos cálculos estándar de algunas fórmulas matemáticas, físicas o químicas de importancia. Los alumnos se veían motivados a aprender los «diseños» o programas computacionales que les permitirían con sólo cambiar los valores de las variables, resolver problemas de cálculo de una situación repetida. Creaban en sus mentes estructuras metalenguísticas.

Los profesores discutíamos con preocupación la aplicación de nuevas estrategias metodológicas para enfrentar la invasión tecnológica de las aulas. Ante ello se reaccionaba rápidamente y comenzaba una adaptación a los nuevos y siempre cambiantes rumbos que nos imponía la aparición de los ordenadores, por ahora todavía grandes y poderosos monstruos electrónicos que nos invadían con mucha decisión.

Sabíamos que no podíamos oponernos y comenzamos nuestras primeras incursiones con esta tecnología que estaba llegando cada vez más abundante y diversa.

#### NUSTRAS PRIMERAS EXPERIENCIAS CON LA TECNOLOGÍA FLORESCIENTE

Con especial interés, se preparaba material docente en cinta de vídeo. La industria pujaba por hacer prevalecer en el mercado dos sistemas de grabación: el sistema VHS y el Betamax. Decidimos, equivocadamente, invertir en equipos Betamax. Con dedicación extrema preparamos grabaciones de temas matemáticos acumulando una gran experiencia con este tipo de actividad. Nos dábamos cuenta, por ejemplo, que era necesario *optimizar los textos* que se iban a hablar por el profesor que presentaba el tema. Las primeras cámaras de vídeo permitían intentar producir los primeros materiales de apoyo a la tarea de enseñanza en el aula. Aprendimos que era necesario contar con libretos especialmente estudiados, iluminadores, tramoyistas, apuntadores, estudio de tiempos, de expresiones, en fin. Nos dábamos cuenta de que nuestra buena voluntad no bastaba. El material logrado no llegó a presentarse en aula.

Por otra parte, con mucho esfuerzo, por las contingencias de la época, se logró realizar las primeras experiencias grupales (entre profesores) con los primeros PC llegados al país, muy modestos, por supuesto. Se aprendió su lenguaje de programación (Lenguaje Basic, a diferencia de los grandes computadores que usaban programación Fortran IV, Fortran 77, Pascal, Cobol, etc.) y se comenzó a producir los primeros programas computacionales adaptados a nuestras necesidades pedagógicas. Las imágenes estáticas de los libros eran reemplazadas por imágenes «en movimiento» producto de la programación preparada y probada durante largas horas de trabajo y discusión de secuencias temáticas. Los cálculos y las gráficas comenzaban a interesar a profesores y alumnos porque en su comentario en el aula permitían analizar los conceptos teóricos involucrados (del cálculo diferencial e integral, álgebra, geometría, etc.). Con programaciones computacionales muy imaginativas se buscaba el efecto pedagógico deseado a la luz del objetivo que se perseguía: transferir el conocimiento sin mezquinar detalles a favor del aprendizaje y custodiar, además, la rigurosidad de los conceptos matemáticos involucrados. Puntos, rectas, curvas y superficies iban apareciendo en la pantalla mientras se mostraban simultáneamente valores de la variable y la función matemática que se mostraba en un sistema de ejes bidimensional. La imposibilidad de tener, en ese momento, un ordenador por cada cierta cantidad prudente de alumnos era reemplazada con ingenio. En una habitación en donde se encontraba el único ordenador disponible se ubicaba un ayudante que escribiría las órdenes verbales que el profesor enviaría desde el aula a través de un micrófono. En el aula estaba dispuesto un televisor de 24 pulgadas que servía de pantalla del ordenador y que permitía ver lo programado a unos 25 a 30 alumnos. El profesor, dando sus explicaciones sobre el tema, hacía participar a los estudiantes pidiéndoles que dieran, a través del micrófono, las coordenadas de los puntos que deseaban ver en la graficación o los valores de las constantes de la función para ver el comportamiento de la graficación. De esta manera, alumnos y profesor lograban romper la frialdad de una clase simplemente expositiva,

agregando una componente de expectación por lo que iba a ocurrir. Era interesante discutir los valores no permitidos para ciertas grafitaciones, porque en tal caso se leía en la pantalla: «Error porque...» y aparecía la explicación que antes daba verbalmente el profesor en la clase tradicional. Las gráficas, en colores, de áreas bajo curvas en el cálculo de una integral eran lo más atrayente.

Al aparecer las primeras «librerías» de programas en las calculadoras de bolsillo, en la segunda mitad de la década de los años 70, ya estábamos decididos a incorporar esta herramienta de apoyo al trabajo docente de aula, aun cuando otras agrupaciones académicas todavía discutían su ingreso. Esto produjo un gran avance en la formación matemática de los alumnos tanto en el análisis de los contenidos programáticos como en la creación de diseños de solución de situaciones problemáticas estándar. La calculadora programable, con su librería de programas y con la posibilidad de almacenar programaciones realizadas en lenguaje BASIC (por profesores y alumnos en este caso), con una limitación de memoria solamente, se convertía así (podemos hoy hacer el símil) en el primer «notebook» de la época. La agilización de cálculos permitía que profesores y alumnos dedicaran una mayor parte de su tiempo en aula a discutir mejor los conceptos y los diseños de solución de situaciones problemáticas similares. Esto daba como resultado el que se sintiera la sensación de que el ordenador y la calculadora podían ser de gran ayuda en la labor docente. Nuestro quehacer se dedicó a esta línea naciente de estudio de una nueva metodología matemática: la enseñanza a través del ordenador.

#### LA DÉCADA DE LOS 80. LA VERTIGINOSA PRODUCTIVIDAD TECNOLÓGICA, LA APARICIÓN DEL SOFTWARE DE OFICINA

En 1980, se unen las sedes de la Universidad Técnica del Estado y de la Universidad de Chile, en Antofagasta, para dar nacimiento a la que es hoy la Universidad de Antofagasta. La unión de los Departamentos de Matemáticas de ambas sedes nos invita a aunar esfuerzos y a analizar nuevos intereses, ahora, conjuntos. En el ambiente queda la idea que la producción de software especializado ya se avecina abundante y que los esfuerzos de producción original, que era lo que estábamos intentando, adaptada a nuestros intereses y a nuestra propia realidad, era un trabajo en vano. Los planes de desarrollo nos instan a un perfeccionamiento en nuestras líneas de conocimiento en Matemáticas y Estadística, y se produce un apagón temporal en nuestros esfuerzos de seguir el avance tecnológico para ponerlo a disposición de la enseñanza de los temas matemáticos. Algunos de nosotros salimos al extranjero en un plan de perfeccionamiento conducente a grados de magíster y doctorado. Este proceso se prolonga hasta la primera mitad de los 90. En el intertanto, algunos de nosotros, no queriendo perder contacto con los temas que ahora eran llamados «informáticos», seguimos a cierta distancia, y con algo de nostalgia, los avances que se iban produciendo. Veíamos con preocupación que las generaciones de estudiantes iban cambiando para tornarse eminentemente prácticos. La abstracción matemática iba perdiendo importancia para dar paso a una

visión pragmática de los aprendizajes. Seguíamos con expectación los rápidos avances en el desarrollo de las planillas de cálculo realizadas por Apple Computers. Esto nos daba nuevas ideas para realizar el trabajo docente. No había, aún, una entrada masiva de los PC al aula, pero ya estábamos preocupados por lo que se avecinaba. Era necesario reestudiar las mallas curriculares para darles un sentido más trascendental. Estábamos siendo bombardeados a la vez por una avalancha de lenguajes de programación que tornaban pobres nuestros esfuerzos por analizarlos y disponerlos en beneficio de la enseñanza. Nos iba faltando tiempo. El software de oficina hacía más ágil las reproducciones tanto para el quehacer administrativo como para el docente: los primeros softwares procesadores de texto y las primeras hojas de cálculo eran el boom de los adelantos tecnológicos en nuestro medio. Pero no nos podíamos deshacer del libro y del texto impreso como material de apoyo para las labores docentes. Era evidente, por otra parte, que algo estaba ocurriendo. Los alumnos (primeros conocedores de los adelantos informáticos) estaban cambiando sus intereses y debíamos estar alertas al cambio que se estaba produciendo mundialmente. Las calculadoras de bolsillo ya eran algo de rutina en las aulas. Constituían el material de apoyo docente por excelencia. La programación de estas calculadoras para efectuar los extensos cálculos que involucraban los temas matemáticos y estadísticos (las librerías de las calculadoras no contenían todos los programas deseables) hacían que alumnos y profesores fuésemos compartiendo nuestro trabajo de largas horas hasta lograr diseños satisfactorios. El encuentro profesor-alumno era consiguiente. Algunos hasta pensábamos que si todo este material se hubiera podido enlazar en un único programa con alternativas de acceso a cada tema programado, podría constituir material de trabajo valioso para nuestro medio. Queríamos dotarnos de nuestros propios recursos de apoyo docente e innovar por nuestro esfuerzo. Sabíamos que al ser, ahora, las universidades las formadoras de los profesores, teníamos una responsabilidad con la investigación de metodología de enseñanza de matemáticas y estadística, que se nos hacían cada vez más complicadas de transmitir. Algunas experiencias se desarrollaban con el computador central del Centro de Informática de nuestra Universidad. Los más informados (por nuestro propio interés) sabíamos de la existencia de software valioso de matemáticas y estadística contenido en el computador central. La impresión de resultados nos permitía hacer algunos análisis con nuestros alumnos en el aula. Las dificultades económicas de la institución no hacían posible el trabajo con una cantidad deseable de alumnos en los terminales disponibles. Pero no era impedimento para que algunos de nosotros, porfiando a la circunstancia, buscáramos siempre introducir la tecnología que en otros países y en universidades de la capital de nuestro país ya eran cosa común.

#### NUESTRA PREOCCUPACIÓN ESENCIAL

Ya en esta década analizábamos en largos debates la nueva situación pedagógica que deberíamos enfrentar. La introducción de la calculadora programable de bolsillo, con su librería especializada de matemáticas y estadística, nos había planteado un nuevo desafío para el trabajo de aula. Había profesores que se resistían al

cambio irreversible. En el trabajo con alumnos de magíster, la programación en Lenguaje BASIC, ahora en PC, nos permitía introducir nuestros programas para el cálculo de valores y gráficas de funciones; productos matriciales complicados o de dimensiones grandes para la calculadora; búsqueda de vectores y valores propios; aplicación de métodos de aproximación matemáticos; en fin, aplicación de métodos multivariantes en estadística. Con esto podíamos eliminar los costos de tener que comprar los primeros softwares especializados que estaban llegando al país (constituían una universidad autónoma naciente que debía planificar y custodiar su propio futuro y por tanto debía ahorrar y producir lo más posible desde sus bases para su propio beneficio). La necesidad de efectuar programaciones sencillas en PC era un aspecto favorable a la formación de los alumnos. Los aspectos sintácticos y lógicos severamente estrictos de la programación obligaban a los estudiantes a esforzarse por la precisión y el razonamiento. Se daban cuenta, por otra parte, de que los ordenadores no resolvían todo el problema matemático y que, por tanto, algunos resultados de algoritmos de la matemática teórica, por ejemplo, podían ser comprobados gracias a la rapidez de los ordenadores, pero que podían «fallar» cuando las cifras no estaban dentro de ciertos rangos que la teoría permitía pero que la forma lógica de un ordenador y sus alcances físicos no podían seguir considerando (la búsqueda de matrices inversas es uno de los casos). Esto enriquecía el debate de la importancia del aprendizaje de la teoría y su aplicación juiciosa en la práctica, y el contacto profesor-alumno.

Pero sospechábamos que esto no podía durar tanto y que debíamos seguir nuestro debate sobre las «comodidades», cada vez más abundantes, que iba teniendo el aprendiz por el desarrollo vertiginoso de las tecnologías (en cuya producción competían grandes empresas de impacto mundial). Las nuevas generaciones de estudiantes, formadas ahora en reformas educacionales que intentaban colocar al alumno en las nuevas corrientes educativas de la época, sumado a las contingencias propias de un país con una economía emergente, nos permitían ver que algo estaba cambiando en su formación. Los alumnos estaban teniendo interés en aprendizajes «más prácticos». La enseñanza de las teorías estaba perdiendo fuerza y se hacía poco estimulante. Los estudiantes estaban teniendo problemas para aprender matemáticas. Nos dábamos cuenta de que debíamos ir cambiando estrategias de enseñanza para lograr el aprendizaje deseado y la formación que se perseguía. Mientras tanto, la tecnología seguía a pasos agigantados su avance productivo. Veíamos con cierto asombro que el desinterés por las matemáticas iba siendo cada vez mayor y que nosotros también nos íbamos tornando más prácticos en nuestras presentaciones, siguiendo las tendencias de la época. Noticias desde otros países nos decían también que estaba ocurriendo lo mismo.

#### LA DÉCADA DE LOS 90 HASTA HOY. LA SITUACIÓN EN ESTOS ÚLTIMOS AÑOS

En esta década tuvimos nuestro primer encuentro con software especializado para escrituras matemáticas. Se solucionaba el problema de la escritura con sím-

bolos, eliminándose una de las grandes dificultades que se tenía para preparar material de apoyo, hasta hoy todavía valioso, para la actividad docente: el texto impreso. Los ordenadores personales estaban comenzando a invadir masivamente los hogares. Los alumnos estaban logrando rápidamente habilidades de uso de ordenador que les instaban a solicitar un cambio en las metodologías de trabajo de aula. Nuestra labor docente estaba logrando experiencias con softwares como Mathematica, Matlab, Derive y otros, cuyas habilidades se alternaban para hacer más atractiva la presentación de aula. Los alumnos iban teniendo una actividad docente presencial diferente. El aula era invadida por elementos de apoyo diversos: desde proyectores de transparencias, proyectores de diapositivas, hasta los proyectores multimedia. Se iba experimentando presentaciones analíticas bien comentadas de la teoría; con la atención, siempre importante, que se debe poner a las condiciones bajo las cuales tiene validez la aplicación de la teoría; con las condicionantes de escala en las interpretaciones gráficas; en fin, con el ensayo y el debate sobre la interpretación de constantes cuando la situación así lo ameritase. La inclusión del ordenador en el aula cambiaba radicalmente, en particular, la concepción de la Estadística. Pasaba de ser interpretada como una larga y tediosa asignatura, en la cual se gastaba mucho tiempo en largos cálculos, a ser una ciencia de amplia y valiosa aplicación. El software estadístico evitaba todo el sufrimiento de los cálculos y entregaba, con precisión y sin equivocaciones, cifras que debían ser validadas al menos con la discusión interpretativa. Los alumnos de carreras de orientación no matemática, particularmente las dedicadas a las ciencias sociales, agradecían la presencia del ordenador en el aula, pero se enfrentaban al nuevo desafío: aprender el mensaje que estaban dando los números. Los resultados de ordenador, si bien eran rápidos de obtener (en números, tablas o gráficas), obligaban, para su interpretación, a conocer las cualidades encerradas en su generación. Teníamos un nuevo desafío: no sólo transmitir el conocimiento estadístico sino, trascendentalmente, hacer que los números y gráficos estadísticos «hablaran» a nuestros alumnos. La experiencia se tornaba complicada cuando las generaciones de fines de esta década recibían la llegada de la navegación por Internet. Los valores sociales y personales sufrían un cambio profundo debido, en parte, a los excesos, no evaluados por los internautas, en el uso de la Red. La tecnología estaba entregando novedades al usuario, con una velocidad en crecimiento exponencial. Lo práctico y audio visual se tornaba primordial. La sensación de correr a la par con los tiempos de la tecnología reinante hacía sentir que pocas cosas durarían tanto. Y, al parecer, esto se reflejaba en el comportamiento de un porcentaje apreciable de nuestros alumnos. La falta de un interés convincente, y la poca claridad en lo vocacional, sumada a una evidente falta de fuerza en las decisiones que pudieran vertebrar un futuro promisorio, nos hacían de nuevo reflexionar sobre nuestras metodologías. Estábamos comparando los resultados del trabajo con ordenadores y sin ordenadores. El trabajo con este último nos permitía una relación más cercana con el alumno. El correo electrónico se tornó importante como un medio tutorial no presencial y asincrónico. Los tiempos del alumno y nuestros tiempos de trabajo iban siendo importantes y el e-mail nos daba tiempo para enviar y recibir respuestas en los momentos disponibles. El alumno no necesitaba venir a nuestro despacho tan asiduamente. La asistencia se podía prestar a distancia.

La aparición de Microsoft Office mejoró todavía más el trabajo administrativo tanto como el trabajo docente de aula. Las consultas con simbología matemática escrita en Word se sucedían cada vez más. Los profesores que estamos poniendo en práctica este tipo de experiencia nos dábamos tiempo de cualquier manera para responder a los alumnos que, por este medio, se sentían más motivados a preguntar y a aprender.

Entramos al nuevo milenio retomando la bandera de lucha de los años 70: tratar de ponernos cuanto antes al tanto de los avances en materia de nuevas tecnologías y su uso educacional. Estrábamos ávidos de información de vanguardia en esta línea. El director del Departamento de Matemáticas, profesor Pedro Huerta Marín, propone el proyecto MECESUP *Creación de un Laboratorio de Matemáticas*, que es concursado y ganado en el Ministerio de Educación de Chile en el año 2000, por la Facultad de Ciencias Básicas (queda como académico responsable del proyecto el profesor Huerta Marín). El objetivo central de este proyecto es el mejoramiento de la calidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de *matemáticas y estadística* en el ámbito de las NTIC. En este contexto, se hacen especialmente importantes las consideraciones *didácticas* de estas dos ciencias y las de reconocida alta capacidad de estimulación del interés del usuario que poseen las *NTIC*. La investigación de una fusión ponderada de estos dos factores, en particular, permitiría incorporar al proceso educativo elementos informáticos, de navegación en Internet y recursos multimediales que están siendo utilizados en otros medios de comunicación de la información (portales *web* con objetivos variados) con un alto impacto en los navegantes, muchos de ellos *alumnos del sistema educativo nacional*.

#### LAS CARACTERÍSTICAS DE ESTE PROYECTO

El proyecto de mejoramiento de la calidad de la educación superior, MECESUP de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad de Antofagasta, persigue mejorar el contacto profesor alumno en beneficio de la comunicación de conocimientos matemáticos y estadísticos. Gracias a este proyecto se han construido nuevos recintos del Departamento de Matemáticas: el Centro de Recursos de Aprendizaje en Matemáticas y Estadística Aplicada (CRAMESTAP). Este Centro cuenta con un aula con capacidad para sesenta alumnos frente a PC, con conexión a Internet; una sala de almacenamiento y disponibilidad de material informático y multimedia para uso docente y de investigación educacional en Nuevas Tecnologías; una sala de reuniones y atención tutorial de alumnos; una sala de recursos informáticos para el funcionamiento del Laboratorio de Matemáticas; y una sala de administración.

La sala de reuniones y atención tutorial de alumnos tendrá una connotación funcional. En determinadas actividades se convertirá en un pequeño aula dotado de tres estaciones: una donde se podrá trabajar en ordenadores, otra que tendrá pizarra para discusiones grupales y otra con mesas funcionales que permitirán análisis finales y de apuntes, para grupos, en principio, de 4 a 6 alumnos. Conforme a un plan preparado por los responsables de la actividad, los alumnos irán accediendo a cada estación de trabajo durante una sesión de clases.

El aula dotada de la mayor cantidad de ordenadores permitirá la presentación multimedia de los contenidos programáticos de la asignatura que se esté dictando. Será atendida por al menos un profesor y ayudantes.

La sala de recursos informáticos tendrá ordenadores que permitan, por su capacidad, velocidad, periféricos y software, que los diseñadores y profesores puedan hacer realidad sus propuestas de material innovador, que será probado en las dependencias mismas del laboratorio, para su posterior masificación a través de las asignaturas de responsabilidad del Departamento de Matemáticas.

Esta realidad, entendida como una vuelta en el tiempo hacia nuestros intereses originales de un par de décadas atrás, nos permitirá aunar esfuerzos para crear y probar nuestras propias soluciones al problema de la comunicación de los conocimientos matemáticos y de la formación matemática de nuestros alumnos. Pero esta vez será en un espacio de trabajo muy diferente, pues en él se encuentra la componente interdisciplinaria. Será de trabajo conjunto de profesores de distintas especialidades, según las necesidades del proyecto en curso.

Es claro que no podemos comenzar un desafío de esta naturaleza sin recibir el apoyo, los consejos y conocimientos de aquel que más experimentalmente está ya incursionando en Nuevas Tecnologías. Nuestra apuesta necesita de una rápida actualización de nuestros profesores y colaboradores.

#### ALGUNAS REFLEXIONES AL LLEGAR A LAS NTIC CON PROYECTOS EN EL PLANO EDUCATIVO DE LA MATEMÁTICA

Es claro que todo lo descrito puede reflejar, de alguna manera, experiencias ya vividas por otros grupos de investigadores en el ámbito en que nosotros nos hemos situado. Mi intención es compartir conclusiones al final de todo este proceso histórico que me ha permitido ver cómo se efectúan los aprendizajes de los estudiantes de matemáticas de distintos niveles y exigencias, en nuestro medio. Es claro que el aprendizaje de la matemática es un proceso progresivo. Tiene etapas que no deben saltarse si se quiere aprender bien. Los aprendizajes en los niveles de educación Básica y Media van desde las simples instrucciones y enseñanzas que persiguen crear conceptualizaciones muy generales y dominio de notaciones sencillas, hasta cierto primer grado de abstracciones y demostraciones relativamente simples que fundamenten los diseños de solución que se proponen a situaciones problemáticas concretas. Este camino no está exento de un alejamiento paulatino de la alta dosis de *intuición* que gobierna las *conclusiones* que los alumnos deben producir (en algunos casos con muchas dificultades) para lograr sus aprendizajes. Ésta es una de las cosas que hacen que el aprendizaje de la matemática sea «difícil»: ver que las cosas, en muchas situaciones, no son como uno, en principio, cree que son. Y esto, desde luego, va produciendo desánimo, cuando no se logra la claridad suficiente y los tiempos para adquirir esos aprendizajes se terminan.

En el momento actual de nuestro Departamento de Matemáticas tenemos un nuevo desafío: realizar enseñanza de matemáticas y estadística utilizando Nuc-

vas Tecnologías. En esencia producir páginas web educativas en el ámbito de nueva responsabilidad educacional. Como una primera aproximación, podemos afirmar que la enseñanza, en general, es esencialmente una forma de comunicación en la cual un emisor (*el profesor* que en forma intencionada, sistemática, calculada, metódica y conciente, va enviando un mensaje con un objetivo específico) produce en el receptor (*el aprendiz*, en este caso) una reacción que se traduce en un cambio en sus concepciones o de sus razonamientos y valores. No siempre este cambio es favorable a las intenciones del profesor. Si este cambio (positivo o negativo, de interés o de rechazo) no se produce (muchas veces por indiferencia), entonces la comunicación no se ha realizado y por tanto el cambio interno en el alumno, tampoco. Nuestro interés educativo se centra en la tríloga: *enseñanza, aprendizaje, y el proceso enseñanza-aprendizaje* a través de la Red.

En este contexto, la *enseñanza* es un proceso sistemático y organizado que busca transmitir conocimientos, habilidades y experiencia, a la vez de inculcar actitudes, usando diferentes recursos mediatizadores y metodologías. Éstas pueden tener una connotación expositiva, observacional, de experimentación, instruccional o de adquisición de destrezas, entre otras.

El *aprendizaje* (concepto del que sólo se dará una aproximación, pues hay diversas teorías sobre él) es un proceso interno del individuo, mediante el cual con un cambio en su interior hace suyos, conforme a sus propias concepciones ya logradas anteriormente, un conocimiento, una destreza o una actitud, guardando en su memoria conceptos o propiedades acerca de ellos y teniendo la capacidad de recuperarlos en el futuro, cuando sea necesario, le interese y sea posible.

El proceso *enseñanza-aprendizaje* es aquel en que el profesor (quien enseña) hace uso de los recursos y metodologías dispuestas por él, para que se produzca un cambio en el aprendiz (el alumno, quien aprende, en su interior). Los roles de emisor y de receptor en el proceso pueden ser intercambiables, lo cual enriquece sus resultados, o bien puede ocurrir que el alumno busque por sí mismo descubrir nuevos conocimientos, habilidades o destrezas contando con el profesor sólo como «facilitador» de este proceso (Agüero, P., Alvarenga, B. y Díaz, G., 2004).

Los tiempos han cambiado y estos procesos y sus efectos han cambiado. No es novedad que cuando trabajamos con dos generaciones distintas de alumnos como lo pueden ser los alumnos de los Programas de Mayores y los alumnos del sistema educacional actual, vemos actitudes diferentes frente a un ordenador: Los alumnos mayores primero piensan, razonan, deducen y luego «hacen», los alumnos actuales primero «hacen», luego piensan, razonan y deducen. Es, al parecer, el eterno dilema educativo: cuál de estas dos actitudes es preferible. Por esto se hace especialmente importante que se tenga especial cuidado en la preparación del material adecuado y el uso de las metodologías adecuadas para la consecución de los objetivos educativos que se persiguen. De lo que se haga depende la formación de muchos individuos, aún más cuando, por su carácter posiblemente masivo, se trabaja con material educativo en Internet.



Es claro que cuando vamos a cambiar el escenario educativo desde el aula al sitio *web*, no se trata simplemente de hacer una transformación uno a uno entre el quehacer de una clase convencional y el de una puesta en práctica en la Red. Eso sería desconocer todo el potencial que la realidad de Internet posee. Las páginas *web* no deben convertirse en un tendedero donde colocamos cosas para que aquel que nos visite sólo se informe, copie o simplemente haga un *download*. Lo mismo podríamos hacer en un panel de informaciones, dejando copias para ser retiradas. La única diferencia radicaría en que colocado en la Red tendría mayor cobertura. No obstante, esto es sólo un primer nivel.

A la luz de las grandes tendencias que se preocupan de definir y caracterizar de mejor manera el proceso de aprendizaje, con cada página y con el sitio en su conjunto debemos dejar, o al menos esforzarnos, el sello *educativo* tal como dejan su propio sello (a veces con bastante éxito) las páginas informativas, comerciales, interactivas, en fin, con la diversidad de intenciones y efectos verificables de Internet. Nuestra intención *educativa* debe instarnos a producir páginas de contenidos dinámicos que caminen de la mano con los cambios sociales. Y aquí, proyectándonos un poco en el tiempo, creo que lo que ocurrirá es que las páginas y sus contenidos irán creciendo irremediablemente en la medida en que pretendan llegar a una cantidad mayor de individuos diversificados en sus formas de aprendizaje. El qué, el cómo y el para qué, que serán nuestra preocupación como agentes propulsores del aprendizaje, ocuparán mucho de nuestro tiempo y pareciera ser que en determinado momento podrían sobrepasar nuestras capacidades y nuestra resistencia ante el desafío de incursionar en la Red. Nos cabe ahora preguntarnos: ¿hacia dónde nos conduce el intentar reemplazar el aula y la comunicación presencial por una comunicación virtual? ¿Qué tipo de individuos, a la luz del actual canon de valoraciones sociales deseables, seremos capaces de producir? ¿Podremos manejar con acierto esta opción? ¿Cómo cambia la acción humanizante del trabajo en aula? Debemos estar concientes de que se trata de cambiar de ambiente mediatizador y no de pensar que ese ambiente se debe convertir en un fin. Creo que nuestra opción debe quedar en una labor de enseñanza semipresencial, al menos por ahora, de manera de no perder la riqueza de la comunicación presencial que permite percibir emociones y sentimientos, estados no fáciles de ser transmitidos cuando nos enfocamos estrictamente en la temática que queremos enseñar por la Red.

La matemática, y esto lo dicen ya muchos, está entrando a participar en los currículos de muchas carreras. No hay, casi, disciplina que no tenga alguna relación con la matemática, que está explicando muchas de sus propiedades. Si es «sufrida» actualmente por la mayoría de los alumnos, no debemos dejar que este «terror» se traslade a las páginas de nuestras *webs* educativas. La forma en que la *web* se cons-truya deberá ser adecuada al contenido temático y a los objetivos que se persigue con ella. La página puede tener distintas funciones: *informativa* (de contenidos temáticos, fechas importantes, estado de avance, calendarización de actividades, matriculaciones, evaluaciones, requisitos, certificaciones, costos, etc.); *instructiva*

(como regulador del aprendizaje mediante procedimientos secuenciales, como promotora de actuaciones que faciliten el logro de objetivos específicos); *motivacional* (cuando incluye elementos que atraen la atención del estudiante con el fin de encausarlo hacia las actividades de aprendizaje); *evaluadora* (la interactividad que permiten los cuestionarios on-line puede favorecer situaciones de evaluación conceptual, por ejemplo); *expresiva* (la originalidad de expresión del contenido, el colorido y la disposición de los elementos en cada página (en resúmenes, cuentos, la forma) y el de todas las páginas del sitio en su conjunto transmiten no sólo las ideas de la temática (el fondo) sino también de alguna manera pueden «humanizar» la comunicación); *metalingüística* (a mí entender, una de la más importantes, pues permite que el alumno cree en su interior una concepción de lo que debe aprender, reconociendo desde allí los elementos que pueden variar de una situación a otra sin que las cualidades y propiedades fundamentales de esa concepción cambien); *recreacional* (se puede analizar la conveniencia y la posibilidad de ofertar algunos «desafíos» para agudizar la capacidad analítica, conceptual y creativa del alumno con algunas actividades que mantengan ágil y despierta su mente, esto quitaría «densidad» al estudio de los temas y puede producir un «descanso» y tal vez motivación); y, finalmente, una función *innovadora* (como lo pueden ser las páginas recreacionales o algunas otras que investiguen el impacto educativo de lo que presentan, relacionado todo con la temática que se está tratando).

El aprendizaje de la matemática (estadística incluida) es progresivo. Necesita que el aprendizaje de partes «primeras» sea verificado para que nuevos aprendizajes, basados en aquellas partes, sean realizados con mayores posibilidades de éxito.

Cabe ahora una pregunta: de acuerdo con las corrientes históricas, ¿en qué concepción teórica del aprendizaje deben sustentarse las páginas que construyamos? Es claro que la generación de material educativo puede plantearse bajo la luz de una determinada concepción actual del aprendizaje. Pero, al menos en temas del ámbito matemático, el aprendizaje parece tener muchas de las características que mencionan los que tratan de definirlo y caracterizarlo. Parece ser una estrella de muchas puntas. Cuando se está frente a la decisión de crear una página educativa en matemáticas muchas de esas características podrían estar presentes.

La iniciación de páginas *web* en matemáticas sugiere ser cautos mientras no se domine el medio virtual y las consecuencias que puede producir, por lo que sería prudente intentar seguir la secuencia que históricamente condujo hacia las teorías de aprendizaje actuales. Sería aconsejable que la primera incursión se realice a la luz de la teoría de la enseñanza de Bloom, de manera que permita ir observando *evidencia de los niveles que el alumno va alcanzando*. Por su carácter más restringido y medible parece ser adecuada para permitirnos ir observando y estudiando el avance de los alumnos conforme a los objetivos y el tiempo disponible para conseguirlos. Una exposición de ideas afines a esta última reflexión la efectúan Behar y Grima (2001), haciendo un buen detalle de ejemplos estadísticos, que pueden extenderse también, con ejemplos afines, al ámbito matemático en general.

Hasta aquí, me parece, queda claro que al seguir los niveles de Bloom se va ofreciendo al alumno una enseñanza cuyo proceso evaluativo buscaría evidenciar un nivel que le permita enfrentar situaciones cada vez más complejas y de una



cuantía mayor de variables intervinientes. Está relacionado con lo deseable en un sistema educacional universitario.

Me parece, además, interesante que en el supuesto de que nuestro sitio *web* ya esté dotado de los recursos para activar el proceso de aprendizaje a través de texto instructivo, explicativo, referencial y contextual (para estudiarlo en la página misma o para bajar); de un sistema de iconos interesante; de una distribución de colores estudiada; de una adecuada distribución de los elementos en la página; de recursos audiovisuales a dispuestos para motivar al alumno (para ver o bajar; de chat y foro para la comunicación sincrónica y asincrónica con los aprendices; en fin, con todos los recursos disponibles y recomendables), ya estamos en condiciones de analizar más a fondo otros elementos que pueden ser favorables a nuestra intervención formativa.

A mi entender, respecto de la matemática y la estadística en los primeros cursos de nivel universitario (al menos en este primer análisis), debemos dar una atención especial en nuestra *web* educativa a la adquisición de conocimientos y habilidades con:

1. Los *signos del lenguaje idiomático y científico*.
2. Los *significados* precisos que estos signos tienen.
3. La *lógica* en el campo idiomático y el simbólico.

He experimentado con diversos grupos el inicio de actividades matemáticas en los primeros años de carrera y el efecto posterior ha sido muy satisfactorio. Es que si no logramos que los navegantes-alumnos se sitúen en nuestra lógica, con nuestros signos e interpretaciones, difícilmente tendremos ganado el contacto esencial que nos permitirá preparar el ambiente para la transferencia de un conocimiento, un procedimiento, un concepto o, también (por qué no), un sentir, en forma trascendente. En otras palabras, agregar a la propuesta anterior en el contexto de Bloom un trabajo previo, en los cursos iniciales, que nos permitirá preparar también a nuestros aprendices en las primeras concepciones hacia su interior: *conocerse a sí mismo en cuanto a la forma de comunicarse con su entorno social usando los conocimientos de lógica* («del lenguaje idiomático» y simbólico) y *semiótica*. De paso, se estará introduciendo alguna otra visión de teorías del aprendizaje mencionadas anteriormente y favoreciendo la capacidad de abstracción. Mi experiencia me dice que muchas de las dificultades de aprendizaje están directamente relacionadas con estos aspectos. Debe notarse, además, que cuando se trata de la comunicación del alumno con el profesor de matemáticas cuando aquel visita la *web* de éste, la presencia del profesor sólo está expresada en signos (textuales, icónicos, sonoros, imágenes) que el aprendiz debe descifrar. Si el aprendizaje no tiene habilidad para leer, interrelacionar o interpretar estos signos adecuadamente, a la vez de re-crear estas estructuras lógicas interiorizándolas como una concepción propia, la enseñanza de la matemática se le tornará más difícil. En muchos casos la tarea de aprendizaje de signos y de lógica está defectuosamente lograda en los doce años de estudios previos a la Universidad, y esto ni aun las pruebas de selección lo pueden pesquisar.

Finalmente, hay dos cosas más que parecen recomendables. Es fundamental evaluar en dos momentos importantes: 1) al inicio del curso de matemáticas

(condiciones de entrada del alumno al ciclo de lecciones) y 2) al final del curso (condiciones de salida o de término del curso). Esto nos permitirá vislumbrar los posibles cambios o adaptaciones que deberemos efectuar en nuestra página de matemáticas para que cumpla el objetivo con que la hemos diseñado. Esto favorecerá la adquisición de los nuevos aprendizajes. Demás está decir que si las estructuras lógicas y semánticas de los planteamientos redactados en la *web* son entendidos por el aprendiz, tendremos ganado gran parte un aspecto motivacional que redundará en que el estudiante pueda sentirse estimulado a continuar visitándonos. Los matemáticos tenemos fama de explicar todo con muy pocas palabras y esto puede colocar en desventaja al aprendiz al suponerse características personales que él no posee para comprender al profesor. Lo deseable es que logre entender los planteamientos problemáticos en el contexto lógico en que están siendo enseñados. Identificar premisas y consecuencias, expresiones equivalentes, otras formas de expresión, datos, lo que se pide, en fin, lo que se necesita, es (en muchos casos) de dificultad extrema para el aprendiz que se está iniciando en la Universidad.

Ante una *evaluación de la actividad realizada*, puede ser una buena guía el extender las ideas de Cobb a nuestro sitio educativo de matemáticas (Cobb, G.W., 1993) en el sentido de efectuar una evaluación desde el enfoque del TQM (Total Quality Management). No se trata para «industrializar» el proceso de enseñanza aprendizaje sino de hacer medibles o cualificables aquellos aspectos de nuestro interés que puedan ser mejorables en una versión posterior. La permanente mejora de nuestra *web* debe ser nuestro norte, de manera de poder agregar paulatinamente una componente investigativa con el uso de nuevas teorías de aprendizaje. En esto juegan un papel importantísimo los elementos de apoyo audiovisual disponibles para su uso en Internet. De ello se puede citar una experiencia realizada en Cuba con una *web*, con un libro electrónico de *Matemática para ingenieros Industriales*. Se tenía como objetivos realizar textos en formato electrónico, experimentar con recursos de gráficos animados que ilustrasen explicaciones verbales del libro, poner a prueba la facilitación de manejo en los contextos en que pudiere ser utilizado e intentar experimentar con estructuras no lineales e interdisciplinariedad con otras asignaturas. Este estudio concluyó que el material electrónico tiene una funcionalidad y alcances educativos totalmente distinta a la del material impreso (cosa que era de esperar). Ante sus resultados vieron la necesidad de que los contenidos textuales de una *web* de esta naturaleza tome en consideración los siguientes aspectos verificados:

1. Los usuarios de la *web* son impacientes y no quieren perder el tiempo en esperar a que se carguen páginas sobrecargadas de imágenes innecesarias.
2. Los usuarios no leen grandes cantidades de texto en la *web*, avanzan rápidamente sobre él, no son tolerantes con las frases o párrafos inacabados, tampoco admiten fallos por incompatibilidad en las versiones de los productos utilizados, no están dispuestos a cargar software adicional para acceder a ciertos contenidos, no desean recorrer páginas extensas. Incluso se ha llegado a especificar un decálogo (Nielsen, 1999) de los principales errores que hay que evitar en lo que se refiere a usabilidad (usability es un término emplea-

do para referirse al diseño efectivo y eficiente de un recurso *web*). Es que cuando las nuevas tecnologías van haciendo que todo vaya más rápido, los navegantes entran en esa dinámica y la hacen suya, obligándonos a extremar nuestros conocimientos y prácticas para producir los aprendizajes en este nuevo contexto educacional. El simple hecho de estar en una época de transformación dinámica nos hace ver que el cambio ya comenzó y espera nuestra reacción.

3. Se produce en los usuarios bastante confusión cuando tienen que profundizar demasiados niveles en la estructura jerárquica de páginas dadas; los usuarios están ávidos de recibir la información relevante sobre el dominio y no desean perder el tiempo en encontrar aquello que buscan ni están dispuestos a repetir complicados caminos de acceso para llegar a la información deseada.

Parece indiscutible que estos aspectos sean considerados en el diseño de nuestra *web* de matemáticas. Más aún cuando debemos romper el mito de que las matemáticas son «difíciles» (¿las complicaremos más con una *web*? ¿Son por sí mismas complicadas o es que *las hacemos complicadas?*). *Precaución* parece lo aconsejable pero en ningún caso dejar de innovar tecnológicamente para no perder la posibilidad de utilizar los recursos de primera línea. Al menos, nuestra experiencia histórica así lo demuestra.

Se ha realizado hasta aquí una reseña histórica que fundamenta en forma práctica todas estas reflexiones y se ha concluido en una propuesta prudente.

La enseñanza tanto como el aprendizaje tienen un peaje que hay que pagar para llegar a buena realización del proceso enseñanza aprendizaje. Más aún si se trata de matemáticas o estadística. Nosotros estamos dispuestos a pagar ese peaje.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUADED GÓMEZ, J.I., CABERO ALMENARA, J. (2002). *Educación en Red. Internet como recurso para la educación*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- AGÜERO, P., ALVARENGA, B. y DÍAZ, G. (2004). *Fundamentos y enfoques de la educación y del aprendizaje*. Paraguay: Universidad Nacional de Asunción. Curso de Postgraduación en Didáctica Universitaria.
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. (1989). *Psicología cognitiva. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Thillas.
- BARAJAS FRUTOS, M. (coord.) y ÁLVAREZ GONZÁLEZ, B. (ed.) (2003). *La tecnología en la enseñanza superior. Entornos virtuales de aprendizaje*. Madrid: McGraw Hill.
- BECCO, G. (2004). *Vygotski y teorías sobre el aprendizaje*. Artículo On-Line. <http://www.Monografias.Com/Trabajos/Teorapren/Teorapren.Shml>.
- BEHAR GUTIÉRREZ, R. y PERE GRIMA, C. (2001). *Mil y una dimensiones del aprendizaje de la estadística*. Estadística Española, vol. 43, núm. 148, 2001, pp. 189- 207.
- CEBRIÁN, M. (2003). *Enseñanza Virtual Para La Innovación Universitaria*. Madrid: Narcea.
- COBB, G.W. (1993). *Reconsidering Statistics Education: A National Science Foundation Conference*. *Journal Of Statistics Education*, V.1, N.1. [http://NWww.Sav.Us.Es/Pixelbit/Articulos/N12/N12art/Art128.Htm](http://Cdu.Cnc.Una.Py/Docs/Cnc/Grupos/Gagne/Index.Html).
- JACOB NIELSEN (1999). *Top Ten Mistakes. Revisited Three Years Later*. Alterbox. Artículo On-Line: [http://Www.Useit.Com/Alertbox/990502.Html\\_Mayo](http://Www.Useit.Com/Alertbox/990502.Html_Mayo).
- MARQUÉS GRAELLS, P. (1995). *Software educativo. Guía de Uso y metodología de diseño*. Barcelona: Editorial Estel.
- PALACIOS, J., MARCHESI, A. y COLL, C. (1995). *Desarrollo psicológico y educación, I. Psicología evolutiva*. Madrid: Alianza.
- URBINA RAMÍREZ, S. (2004). *Informática y teorías del aprendizaje*. Universitat de les Illes Balears. Revista Pixel.Bit, 12. Artículo on-line.