

## DESAFÍOS DE CAMBIO EN LOS CAD EDUCACIONALES

*José C. Troncoso Saracho (tsaracho@uvigo.es)*

*José A. Alonso Rodríguez (jaalonso@uvigo.es)*

*Universidad de Vigo, E.U.I.T.I. C/ Torrecedeira 86 36208, Vigo, Spain*

**Resumen** – Los modernos sistemas de DAO (Dibujo Asistido por Ordenador), aplicaciones informáticas muy complejas, lo que hace que cuando un usuario no experimentado se aproxima por primera vez a uno de estos sistemas con cientos, e incluso miles, de comandos y órdenes a su disposición, y ¿cómo no? sus correspondientes menús e iconos, se sienta simplemente agobiado y desconcertado sin saber muy bien lo que hacer. Ello supone que el usuario (alumno) se sienta inicialmente desbordado ante las posibilidades disponibles haciendo francamente difícil el aprendizaje debido a la dificultad del sistema en sí, cuando en muchos casos este no es el objetivo real de la materia (por lo menos inicialmente) sino más bien la enseñanza de las técnicas de dibujo y los conocimientos de geometría. Pasado el primer momento de euforia inicial con el uso de los programas de CAD resulta realmente necesario replantear su uso en el aula y sus requerimientos didácticos considerando claramente lo que se debe impartir para obtener futuros técnicos altamente cualificados y con capacidad de usar y aplicar estos sistemas a su trabajo cotidiano y, lo que puede resultar más importante, con capacidad de adaptarse a las nuevas posibilidades que las nuevas tecnologías nos puedan ofrecer en un futuro más o menos inmediato. Se presentan en esta comunicación cinco retos que, a juicio de los autores, deben ser abordados, y solucionados en la medida de lo posible, en un horizonte de 5 años (2008-2012) fundamentalmente con vistas a la adaptación al EEES (Espacio Europeo de Educación Superior) y al Aprendizaje a lo largo de la Vida más conocido por sus siglas inglesas LLL (*LifeLong Learning*).

**Palabras Claves:** – *CAD Educativa, EEES, Curva de Aprendizaje, LLL, LifeLong Learning, Usabilidad.*

### INTRODUCCIÓN

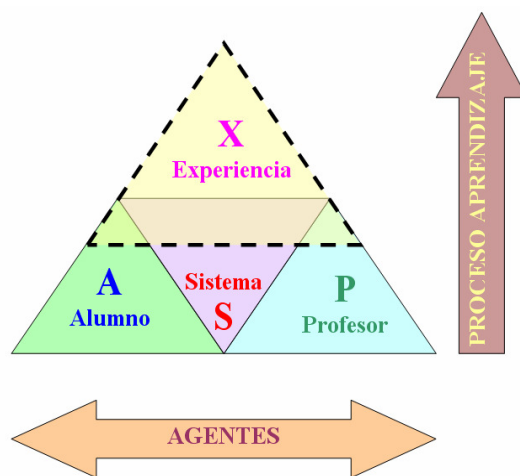
Desde comienzos de la década de 1990, tras la progresiva implantación a lo largo de la década anterior en la industria, se generalizó la implantación de los sistemas de Dibujo/Diseño Asistido por ordenador (CAD) en la docencia de dibujo técnico en las escuelas de ingeniería y arquitectura, y no mucho más tarde en los centros polytécnicos de enseñanzas medias. Este hecho es algo destacable y necesario pero ha producido un impacto –no necesariamente positivo– en la forma de impartir la docencia de dibujo técnico en dichos centros.

Los sistemas de CAD modernos, son, posiblemente, unas de las aplicaciones informáticas más complejas que existen. Esto motiva que cuando un usuario se acerca

por primera vez a uno de estos sistemas, se encuentre con un entorno de usuario complejo, con cientos, incluso miles, de comandos a su disposición. Esto supone que el usuario se encuentra desbordado ante la cantidad de opciones y comandos disponibles, dificultando tanto el aprendizaje del sistema en sí mismo, como el aprendizaje del dibujo técnico, y las bases geométricas.

Por otro lado, no se ha evaluado adecuadamente el impacto de utilizar una herramienta de uso profesional para el uso educativo, ya que, lo que en principio, en el aula es un problema que debemos aprender a resolver, en el software profesional es algo evidente que ya está hecho. Por ejemplo, cualquier programa de CAD profesional resolverá de forma automática problemas de tangencias, porque el objetivo del profesional no es resolver ese problema, en el aula el problema en sí mismo es resolver la tangencia con sus construcciones geométricas más elementales.

En principio se consideraba el ordenador como un elemento motivador para el aprendizaje, pero nos encontramos que, inicialmente, no había programas orientados a la enseñanza de dibujo con el ordenador. Posteriormente se han creado algunos programas específicos para la enseñanza del dibujo técnico con el ordenador, pero ninguno ha tenido éxito, debido a que, por un lado, no cumplen los requisitos de didáctica y usabilidad demandados por los usuarios, y por otro lado, los usuarios desean aprender a manejar los sistemas comerciales que les van a solicitar los empleadores, pero estos sistemas revisten en general gran complejidad y poca, o ninguna, ayuda para el aprendizaje y/o actualización de conocimientos.



*FIGURA. 1*  
*Relación de agentes – Proceso de aprendizaje*

En la *figura 1* se presenta una visualización del entorno de aprendizaje del CAD, en donde se presentan los agentes del sistema (alumno, profesor, entorno), y su interacción durante el proceso de aprendizaje. En este documento se pretende, entre otros, estudiar los criterios de evaluación de usabilidad en relación con el aprendizaje del usuario de aplicaciones de CAD en el entorno de la educación, fundamentalmente presencial, sin olvidar la formación a distancia, a través de un análisis empírico, en el cual se utilizan conceptos y métodos de procesos de evaluación. Dichos criterios se tornan, si cabe, más relevantes cuando son definidos como requisitos de sistemas de información con énfasis

en las aplicaciones CAD. Una de las más claras y evidentes señales de esa necesidad son precisamente los problemas de usabilidad que aparecen al utilizar sistemas de CAD comerciales, tanto párale aprendizaje de dichos sistemas en si mismos, como para el aprendizaje del dibujo técnico y la geometría.

De esta forma, queda establecido un campo de investigación que todavía no ha sido completamente explorado. Ante esto, se plantea en este trabajo la necesidad de realizar un análisis experimental de los criterios de evaluación de usabilidad respecto a la adquisición y retención del conocimiento por parte de los usuarios de aplicaciones CAD. Para ello, se propone establecer un modelo de usabilidad que constituya una herramienta de soporte en el desarrollo de entornos de usuario para el aprendizaje de sistemas CAD.

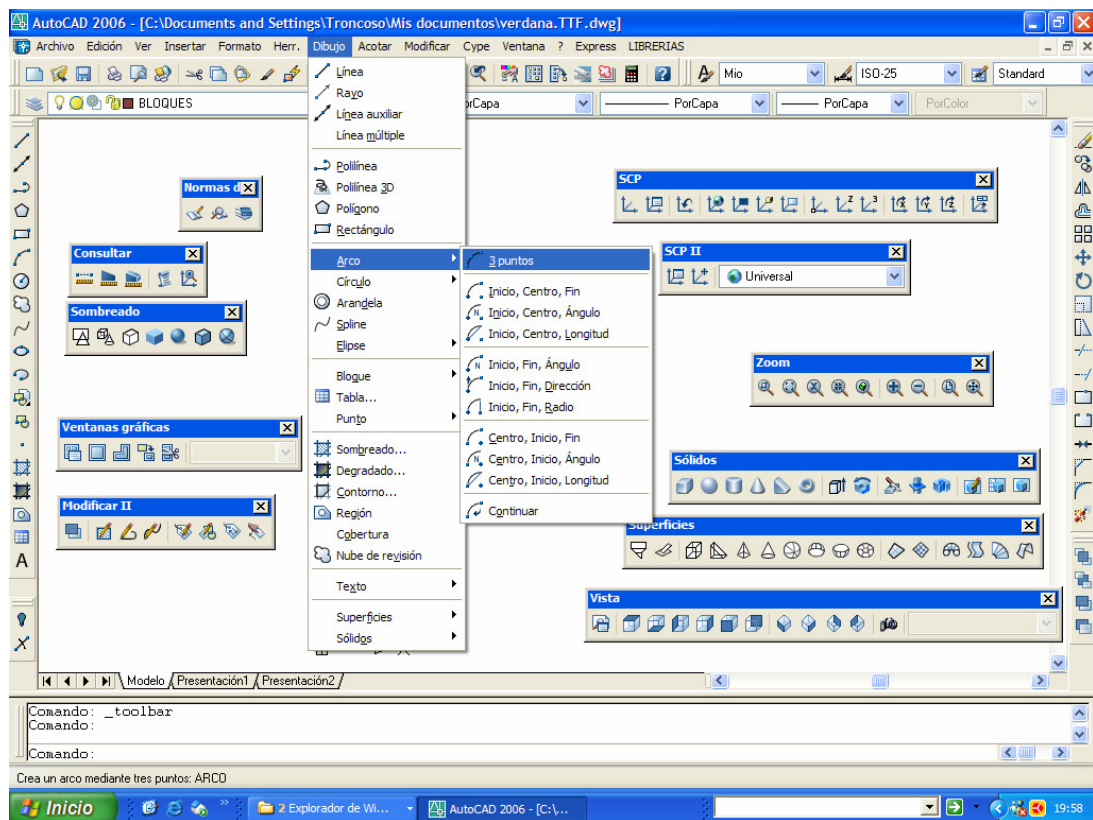


FIGURA. 2  
*Imagen de entorno de trabajo complejo de AutoCAD.*

Pero como planteamiento general de las necesidades actuales que deberíamos esperar de un sistema de CAD aplicable a un entorno educativo (de futuros ingenieros), se presentan a continuación, lo que los autores consideramos puedan ser los cinco retos o desafíos que deberían ser abordados (estudiados y solucionados) en los próximos cinco años, teniendo como horizonte el año 2012 (final de la implantación con la salida de los primeros títulos de grado), con el establecimiento de forma general del EEES, según los acuerdos de Bolonia.

## **Desafío 1.- Entornos de aprendizaje para los sistemas CAD, simples y multinivel.**

En el ámbito educacional los profesores debemos buscar las aplicaciones que mejor se adecuen al proceso de enseñanza- aprendizaje exigiendo que cada vez más los programas utilizados como apoyo o soporte de la docencia sean más orientados a los alumnos en lugar de intentar forzarles a aprender los programas finales y complejos con los que trabajarán posteriormente, el proceso necesario para aprender, y más con el uso de nuevas tecnologías, debe ser simplificado al máximo para evitar dispersiones que pasadas por alto por el docente retrasan en gran medida el alcanzar los objetivos propuestos. El software educativo debe estar orientado para este fin y estar escalonado evitando presentar al alumno más dificultad que la estrictamente necesaria (usabilidad). Nunca se deben obviar las dificultades que un entorno complejo pueda presentar al usuario no avanzado conocedores de que de por si el uso de sistemas informáticos puede resultar engorroso para personas no acostumbradas al uso de los ordenadores.

Cabe recordar, que en general, se considera que un sistema informático presenta una alta usabilidad cuando puede utilizarse para realizar una determinada tarea de forma eficiente. Centrándonos en las aplicaciones que nos interesan, se podría decir que un CAD es usable cuando: resulta fácil de aprender y recordar permite realizar las tareas para las que fue diseñado de forma rápida y sencilla genera pocos errores proporciona una experiencia subjetivamente agradable

### **¿Qué características, de usabilidad, debe tener un programa de orientado a la Docencia del Dibujo Técnico (DDT)?**

Esta pregunta puede plantear numerosas respuestas, pero a juicio de los autores, dichas características serían:

1. Programas sencillos, con entornos simples y herramientas igualmente simples. El manejo del programa no es el objetivo en si mismo, sino un medio de aprendizaje. Cabe recordar que con línea, círculo, arco y borra, se debe poder realizar prácticamente cualquier dibujo.
2. Es imprescindible la existencia de niveles de usuario, de manera que según el usuario avanza en el conocimiento del dibujo, el programa le facilite nuevas herramientas. Por ejemplo: cuando el alumno ha sido capaz de realizar una predeterminada serie de ejercicios sobre perpendicularidad o paralelismo de rectas, el programa le dará automáticamente dicha herramienta, de igual forma una vez ha aprendido a realizar construcciones sencillas se le irá ofreciendo la herramienta que lo haga de forma "automática": mediatriz, bisectriz, arco capaz, división de segmentos y ángulos, construcción de polígonos, tangencias, ... . De esta forma el alumno se motiva, y además le facilitamos el aprendizaje de nuevos conocimientos, sin tener que insistir siempre en los anteriores.
3. Sería muy interesante que fuesen programas multiplataforma (Windows, Linux, Mac.) ya que extenderían su uso y permitirían evitar retenciones en su aplicación en distintos ámbitos y niveles. Además no debemos menospreciar el gran avance que el software libre esta teniendo auspiciado en muchos casos por las autoridades educativas.
4. Teniendo en cuenta que estamos hablando de un entorno docente, sería deseable que se tratase de programas con licencia abierta ya que debemos entender que un recurso

abierto facilitaría el aporte de distintos docentes y desarrolladores lo que haría el sistema mucho mas completo (lo que no implica necesariamente mucho mas complejo).

5. El punto anterior implica que sea de bajo coste.
6. Fácilmente personalizables, ampliables, programables, para que pueda crecer en capacidades según las necesidades que se planteen.
7. Bien documentados, con buenos manuales, sin olvidar la existencia de ejemplos y ejercicios completos.
8. Seria también de gran interés que los distintos niveles de privilegio adquiridos al avanzar en los conocimientos, según lo planteado en el punto dos, pudieran, de forma controlada, ser desactivados de forma que obligaran a realizar una serie de ejercicios sin poder usar recursos avanzados con el objeto de repasar construcciones mas elementales que podrían irse olvidando con el uso de opciones mas complejas.

### **¿Cómo medir la usabilidad de un sistema?**

La usabilidad no es una disciplina teórica sino empírica. La teoría existente se ha desarrollado a partir de numerosos estudios en los que se ha observado la interacción de múltiples usuarios con un gran número de sistemas..

En dichos estudios, también conocidos como tests de usuario, se preparan un conjunto de tareas a realizar en el sistema que se quiere analizar y se realizan mediciones de parámetros tales como:

- El tiempo que tarda el usuario en completar cada tarea.
- El índice de errores.
- La impresión satisfactoria o insatisfactoria del usuario.

Tras todo proyecto de rediseño orientado a la mejora de la usabilidad de un sistema es imprescindible realizar una serie de tests de usuario para validar que se han alcanzado los objetivos que se perseguían al inicio del proyecto.

### **Desafío 2.- Referenciar los sistemas de representación tradicionales a sistemas CAD.**

Transcurrido un cuarto de siglo desde el BigBang del CAD en nuestra sociedad técnica, en la actualidad somos conscientes de que los sistemas actuales facilitan el trabajo en 3D directo con unas herramientas francamente potentes y versátiles pero estas posibilidades de trabajo tridimensional, sin trabajar en particular en alguno de los sistemas de representación clásico de representación plana (Diedrico, Axonométrico, Planos Acotados, Caballera, ...), no debe hacernos perder la perspectiva del trabajo natural del técnico en su proceso de construcción geométrica, olvidándonos de que los entornos de trabajo ofrezcan herramientas mas primitivas que permitan realizar construcciones 2D y/o 3D mas sencillas pero que son necesarias para resolver problemas de lo que denominamos normalmente Geometría Descriptiva (problemas de perpendicularidades, intersecciones, proyectividades, etc)

Uno de los problemas aún no completamente resueltos en el campo del CAD tiene

que ver precisamente con la representación -gráfica y lingüística - del objeto a representar. Los sistemas de CAD existentes sirven para representar un objeto previamente definido y estructurado, a una escala concreta. Sin embargo en muchas ocasiones resultan inadecuados para representar la evolución del objeto a través de las diversas fases del proyecto, y en especial de las etapas iniciales en donde las restricciones geométricas son francamente abundantes. Para superar estas dificultades, es necesario un mayor conocimiento sobre las relaciones entre las diversas escalas de representación y entre las múltiples estructuras internas de un mismo objeto.

Si los sistemas de representación clásicos ofrecieron en su momento un lenguaje para la difusión y comprensión universal de trazados técnicos, amén de unas herramientas de resolución de problemas en los entornos disponibles, deberíamos en la actualidad crear un nuevo lenguaje en los entornos actuales que permitan sustituir los sistemas clásicos en la difusión y comprensión universal sin perder de vista las posibilidades de disponer de herramientas que faciliten la resolución de problemas complejos de la forma más sencilla. Además la existencia de herramientas auxiliares del CAD en la ingeniería, léase Análisis de Elementos Finitos (FEA), Sistemas de Ingeniería Inversa (Adquisición de datos 3D), Prototipado Rápido (RP), ... incorporan a menudo nuevas posibilidades pero al mismo tiempo nuevos retos geométricos que nos dan datos que de alguna manera debemos plasmar en nuestros elementos proyectados. Es en este contexto en el que debemos hacer un esfuerzo por recuperar los sistemas tradicionales de representación y adaptarlos a los nuevos lenguajes y entornos de diseño/dibujo.

### **Desafío 3.- Definir curvas de aprendizaje, y un currículo CAD estandarizado.**

Es necesario, dentro del proceso de estandarización de la formación en sistemas CAD, establecer unos test, y curvas de aprendizaje, que permitan cotejar el nivel inicial de un alumno, el nivel final alcanzado, y el tiempo y esfuerzo que se consideran adecuados para pasar de un estado al otro. Dentro del proceso general de globalización, y en particular dentro de EEES, podría ser interesante establecer un sistema de acreditación de niveles, para proporcionar una base uniforme para elaborar los planes de estudios, dado que no todos los usuarios de sistemas CAD tienen o demandan iguales necesidades (2D, 3D, Render, diseño, delineación industrial, ...). Además, de esta forma, se facilitara la libre circulación de profesionales acreditados, ya que su formación será reconocida. Para elevar el CAD al nivel de otras acreditaciones, sería necesaria una agencia de acreditación, con referentes nacionales e internacionales (por ejemplo: algo similar a FEANI con la ingeniería), con el establecimiento del criterios y procedimientos. Existen actualmente varias sociedades en el mundo trabajando en sistemas CAD, además de las universidades, y otros profesionales, que podrían formar parte de dicho organismo.

### **Desafío 4.- Desarrollo de sistemas de evaluación automática.**

Enlazando con el desafío 3, y en la actual tendencia al LLL (*Life Long Learning*) surge la necesidad de facilitar sistemas de autoevaluación para el alumno, así como sistemas objetivos de evaluación para el profesorado. Además el EEES propugna, entre otras cosas, cuantificar y calificar el trabajo que realiza el alumno por su cuenta, fuera del tiempo de clase, tarea que puede ser considerada en parte de autoaprendizaje, y en parte puede ser una metodología de *e-learning*. Uno de los aspectos que hay que tener en cuenta es cómo el ordenador se puede usar para evaluar el proceso de aprendizaje del estudiante. La evaluación automática por ordenador (*Computer Assisted Assessment*,

CAA) es un campo en el que se lleva trabajando muchos años. Inicialmente, limitándose a preguntas de elección múltiple o de verdadero-falso y posteriormente, en los últimos años, produciéndose una diversificación en los tipos de evaluación para dar respuesta a la necesidad de conseguir una evaluación completa y a todos los niveles del progreso del estudiante. Uno de los nuevos tipos de evaluación en los que se está trabajando consiste en hacer preguntas abiertas a los estudiantes. Evaluar automáticamente este tipo de respuestas de forma no supervisada es un problema complejo, pero que resulta interesante investigar debido a las numerosas ventajas que ofrece, como por ejemplo: dar a los estudiantes feedback inmediato, ayudar a los profesores y detectar copias entre miles de respuestas. Para avanzar en este campo es necesario ir aplicando las nuevas técnicas que se van desarrollando en otros campos como Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) o Extracción de Información (EI). En la actualidad, se han conseguido ya resultados muy prometedores, alcanzándose correlaciones con las notas dadas por los profesores que son comparables a las que los profesores tienen entre ellos cuando evalúan el mismo conjunto de respuestas.

En cualquier caso, no se están desarrollando (al menos de forma significativa), sistemas de evaluación automática, basados en respuestas gráficas (dibujos de CAD).

Además la evaluación se debe adaptar al perfil del estudiante de forma que el sistema le haga las preguntas más adecuadas a su nivel de conocimiento y que de esta forma se consiga un proceso de evaluación más justo y que los estudiantes puedan aprovechar al máximo el proceso de evaluación.

### **Desafío 5.- Mejora general de los sistemas educativos de CAD.**

Al igual que en otros entornos educativos con las TICs la formación de técnicos en entornos de CAD conlleva el uso de otras metodologías más o menos innovadoras, del tipo: sistemas colaborativos, e-learning, informática ubicua, etc. Muchas instituciones educativas comenzaron a utilizar las TICs (Tecnologías de la Información) como una herramienta más, sin ser conscientes del verdadero potencial de la herramienta. Algunas pensaron que *e-Learning* significaba únicamente digitalizar contenidos para hacerlos accesibles a través del ordenador.

Como resultado de la incorrecta utilización de estos recursos, se desarrollaron modelos asíncronos basados en plataformas educativas planas en las cuales se “hachetemelizan” (html) contenidos para ser ‘clicados’ por el alumno, impresos y posteriormente leídos. ¿Puede haber algo más opuesto a la esencia de la formación moderna, basada en la interactividad entre alumnos y profesores y el intercambio de experiencias prácticas, que enfrentarse en solitario a un documento escrito e interactuar a través de chats, foros de debate o correos electrónicos?. Estos modelos de enseñanza fueron implementados sin una estrategia global que analizara el impacto real de las nuevas herramientas en todos los agentes involucrados en los procesos educativos, en especial, el alumno.

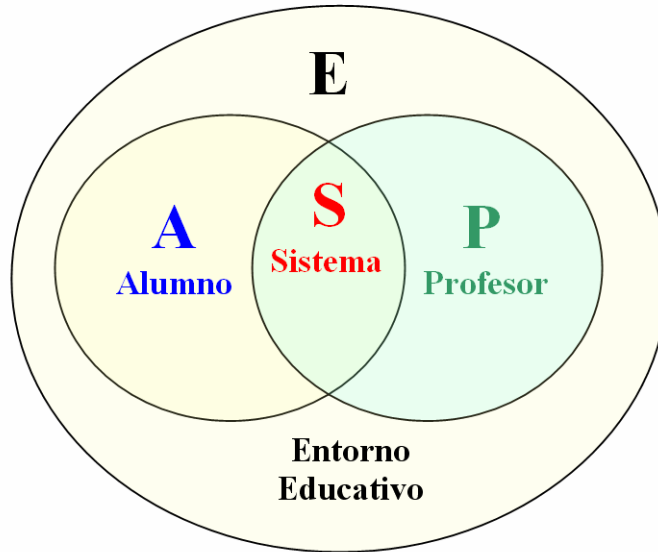


FIGURA. 3  
Representación de los agentes del entorno educativo

Se hace patente la necesidad de redefinir procesos y/o crear nuevos procesos. Se debe transformar de forma radical la esencia de la formación creando un nuevo modelo avanzado. Se debería utilizar la digitalización de procesos siempre y cuándo se aporte valor al sujeto alumno, cosa que, lamentablemente, pocas veces es así.

## CONCLUSIONES

Se está produciendo un cambio gradual en la sociedad actual hacia la que podemos denominar *Sociedad del Conocimiento* (término que preferimos utilizar para completar o sustituir, según los casos, el de la llamada *Sociedad de la Información*). Y seguramente lo que nos está sucediendo es ahora inabarcable por nosotros mismos, pero cierto es que intuimos que estamos ante una nueva revolución basada en el Conocimiento y en la forma en la que articulamos lo que conocemos. En este contexto las instituciones educativas tienen una revolución pendiente desde hace tiempo, sobre todo aquellas que se dedican a la formación de técnicos y profesionales de alto nivel, porque la empresa, del mismo modo que la propia sociedad, ha de afrontar nuevos retos y experimentar a su vez una nueva revolución que será liderada por aquellos.

La implantación masiva de sistemas de CAD supuso una revolución y un gran avance en la industria y posteriormente, cuando no simultáneamente, en la formación de contenidos gráficos, pero este éxito está matizado, por el poco uso en la práctica del enorme potencial que pueden desarrollar estos sistemas. Este escaso uso, viene en buena parte motivado por la justa y/o escasa formación de los técnicos, por ello se hace necesario abordar un avance significativo en lo referente a su formación y a la humanización de los entornos de trabajo y aprendizaje.

Con los desafíos que hemos mencionado en el artículo, se pretende incitar a un cambio necesario, porque no hay peor problema que no reconocer que lo que nos condujo al éxito en el pasado puede que haya que cambiarlo y no ofrezca garantías de tener éxito en el futuro. Es el principio de la sabiduría, conociendo que la inercia, por el contrario, secundada por la fugacidad del tiempo será nuestro peor enemigo. Siempre nos debatimos entre la seguridad de lo conocido y la incertidumbre de lo nuevo, aunque de igual modo



tenemos la certeza de que será igualmente peligroso adormecerse en los brazos de lo conocido como lanzarse como locos a lo nuevo. Lo cierto es que cambiar nunca es fácil y todavía resulta más difícil cambiar deprisa –sin tiempo para analizar detenidamente los resultados de las experiencias previas- y de forma global.

## REFERENCIAS

- 1) AGUILERA VEGA, F. et.al.. (1999). Multimedia e Internet como apoyo a la docencia del Dibujo Técnico. XI Congreso Internacional de Gráfica de Ingeniería. Logroño-Pamplona. España. Vol. III, p. 1337-1342.
- 2) ALONSO RODRÍGUEZ, JOSÉ A., TRONCOSO SARACHO, JOSÉ C. Consideraciones sobre el uso de los programas de CAD en la docencia del Dibujo Técnico. Ponencia en el 6º Simposio Internacional de Informática Educativa-SIIE'04 (Cáceres. Noviembre 2004). ISBN 84-7723-653-4
- 3) ALONSO RODRÍGUEZ, JOSÉ A., TRONCOSO SARACHO, JOSÉ C. IntelliCAD, una alternativa gratuita al autoCAD. Actas del XIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. (Badajoz. Junio 2001). ISBN:84-699-5057-6
- 4) ALONSO RODRÍGUEZ, JOSÉ A., TRONCOSO SARACHO, JOSÉ C. Introducción de las Tecnologías de la Información en el aula. Actas del XIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. (Badajoz. Junio 2001). ISBN:84-699-5057-6
- 5) AREA, M. (1997) ¿Tecnología educativa es tecnología y educación? Reflexiones sobre el espacio epistemológico de la tecnología educativa en el Área de didáctica y Organización Escolar. En ALONSO CANO,C. (coord.) La tecnología educativa a finales del siglo XX: concepciones, conexiones y límites con otras disciplinas. Barcelona: Centre Telemàtic Editorial, SRL. p. 49-60.
- 6) BOSCO, A. (2000) “Los recursos informáticos en la tecnología organizativa y simbólica de la escuela” Estudio de un caso. Tesis doctoral no publicada. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Universitat de Barcelona.
- 7) BOSCO, M<sup>a</sup> A. (1995): El ordenador en la enseñanza: una práctica innovadora. En: SANCHO J. M. yMILLÁN L.M. (Comps.) Hoy ya es mañana. Tecnologías y Educación: un diálogo necesario. Sevilla: Publicaciones M.C.E.P. p. 279-297.
- 8) BOSCO, M<sup>a</sup> A. (1996) La tecnología educativa, las prácticas de enseñanza y el uso del ordenador, Comunicación y Pedagogía, 141, p.16-25.
- 9) CLARK, R. ySALOMON G. (1986): Media in teaching. En: WITTROCK, M.C. (Ed.): Handbook of research on teaching. Londres: Collier Macmillan Publishers. p. 464-478.
- 10) DE PABLOS, J. (1996) Tecnología y Educación. Barcelona: Cedecs Editorial s.l.
- 11) EDWARDS, D. yMERCER N. (1988): El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula. Barcelona: Paidós
- 12) ESCUDERO, J. M. (1983): Nuevas reflexiones en torno a los medios para la enseñanza. Revista de Investigación Educativa, 1, pp. 19-44
- 13) GOODSON, I. yMANGAN, M. (1995): Subject Cultures and the Introduction of Classroom Computers. British Educational Research Journal, Vol. 21, 5, pp. 613-628.
- 14) HARGREAVES, A. EARL, L. yRYAN J. (1998): Una Educación para el Cambio.

Barcelona: Octaedro.

- 15) KASIK, D. et al. Ten Cad chanlleges (2005). IEEE Computer Graphics and applications. March/April 2005.
- 16) KEMMIS, S. ATKIN R., yWRIGHT E. (1977): How do Students Learn?. Occasional Publications nº 5. Norwich: Centre for Applied Research in Education, University of East Anglia.
- 17) LATORRE, A. Y DELIO DEL RINCÓN, J. A.: Bases Metodológicas de la Investigación Educativa. España. Gráficas 92, S.A. 1ª Edición. 1996.
- 18) MACDONALD, B. (1977): The Educational Evaluation of NDPCAL. British Journal of Educational Technology, 3, Vol. 8, Octubre, p. 176-189.
- 19) MCCLINTOCK, R. (2000): Prácticas Pedagógicas Emergentes. El papel de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación. Cuadernos de Pedagogía, 290, p. 74-77.
- 20) MERCER, N. (1997): La construcción guiada del conocimiento. El habla de profesores y alumnos. Barcelona: Paidós.
- 21) MERCER, N.; PHILLIPS T. ySOMEKH B. (1991): Research Note Spoken Language and New Technology (SLANT). Journal of Computer Assisted Learning, 7, p. 195-202
- 22) PIEGL, L. (2005) Ten chanlleges in computer-aided desing.. Computer-Aided Design 37 (2005) p. 461–470
- 23) PEREZ GÓMEZ, A. (1983): Paradigmas Contemporáneos de Investigación Educativa. En: PEREZ GÓMEZ, A. yGIMENO SACRISTÁN J. La enseñanza: su teoría y su práctica. Madrid: Akal. p. 95-138.