

# Una Reflexi'ón sobre las Nuevas Tecnolog'ias en la Enseñanza

*A Reflection about the New Technologies in Teaching*

Carlota Gastaldi (\*) , Pedro Fernández de Córdoba (\*\*),  
Marcel Urrea (\*\*) y José Luis Llorens (\*\*)

(\*) Psic'ologa, Consellería de Treball i Afers Socials, 46010 Valencia,  
España. (\*\*) Departamento de Matemática Aplicada Universidad  
Politécnica de Valencia, 46071 Valencia, España

## Resumen

En estas notas se presenta una reflexi'ón sobre la introducci'ón de las nuevas tecnolog'ias en la enseñaanza, tomando como modelo el *Plan de Innovaci'ón Educativa (P.I.E.)* de la Universidad Polit'ecnica de Valencia; en particular, la incorporaci'ón de los ordenadores a los laboratorios de matemáticas.

## Abstract

In these notes we present a reflection about the introduction of new technologies in education, using as model the *Plan de Innovación Educativa (P.I.E.)* of the Universidad Polit'ecnica de Valencia; specially, the inclusion of personal computers in mathematics laboratories.

## 1 Introducci'ón

El famoso matemático Jacques Hadamard aclaraba en su libro *La Psicología de la invención en el campo de las Matemáticas* cuál es la dificultad fundamental en la discusión sobre la psicología del pensamiento matemático avanzado: "... que el tema envuelve dos disciplinas, Psicología y Matemáticas, y requeriría, para ser tratado adecuadamente, que uno sea tanto psicólogo

como matemático...”. En efecto, debido a la ausencia de profesionales con una formación conjunta en ambas disciplinas, este campo ha sido siempre investigado desde dos frentes: por matemáticos de un lado, y por psicólogos de otro. Así pues, al elaborar esta reflexión nos guía el ánimo de desafiar la distancia que existe entre estas dos disciplinas científicas, y contribuir, en la medida de lo posible, a que se acelere el acercamiento progresivo entre ambas.

De hecho, en los últimos años, las nuevas tecnologías en general, y los ordenadores en particular, se han ido incorporando de manera progresiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en el ámbito de las instituciones educativas, tanto universitarias como no universitarias. Esta incorporación ha ido acompañada de un constante debate sobre las potencialidades del uso de la informática en la educación, sus aportaciones y limitaciones, así como sobre cuáles pueden ser las formas más adecuadas de aprovechamiento de las posibilidades que ofrecen estas nuevas tecnologías, desde el punto de vista de la formación y del aprendizaje.

Concretamente en la formación en las Matemáticas, en los últimos cursos académicos se está convirtiendo en algo habitual que las clases teóricas se complementen con sesiones prácticas de laboratorio, en las que el ordenador tiene un papel principal. La tiza y la pizarra, el lápiz y el papel están dejando de ser, poco a poco, los únicos protagonistas en la enseñanza de esta materia.

Este cambio en la filosofía docente no es exclusivo del campo de las Matemáticas, sino que habla a todos los profesionales de la enseñanza. De hecho, se trata de un debate cada día más presente en la mayoría de nuestras Universidades. En concreto, gran parte de las investigaciones que se están desarrollando recientemente entre los profesionales de la Psicología se ha convertido en una aportación especialmente útil en relación con esta problemática, al servir como instrumento de reflexión sobre la práctica de las nuevas tecnologías en el ámbito de la formación.

Por todo ello, nuestro objetivo al elaborar esta reflexión es doble: por un lado, intentaremos presentar los esfuerzos que, desde las Matemáticas, se están realizando para incorporar el manejo de las nuevas tecnologías como parte de la docencia de esta materia; y por otro lado, pretendemos dar a conocer algunas de las investigaciones más recientes que se están desarrollando desde la Psicología, en relación con el impacto de las nuevas tecnologías en los procesos de formación.

## **2 El proyecto de innovaci'ón educativa (P.I.E.)**

Para cubrir el primer objetivo, tomaremos como ejemplo las iniciativas desarrolladas dentro del Proyecto de Innovaci'ón Educativa (P.I.E.), que la Universidad Polit'ecnica de Valencia est'a llevando a cabo en los 'ultimos años. En este marco, y dentro del Departamento de Matem'atica Aplicada, la renovaci'ón educativa ha venido de la mano de la inform'atica: la culpa de este cambio la tienen los ordenadores, y sobre todo, los programas de c'álculo simb'olico, es decir, programas que utilizan el lenguaje simb'olico propio de las Matem'aticas.

Una de las actividades m'as novedosas y que mayor inter'es est'a despertando en relaci'ón con este proyecto, la constituye la utilizaci'ón de programas inform'aticos de gran facilidad de manejo. La mayor virtud que presentan estos programas es que el alumno no necesita ser un experto en inform'atica para saber utilizar estos recursos. Del mismo modo, tampoco se pretende adiestrar al alumno en cuestiones inform'aticas. En este contexto, el ordenador es un mero instrumento, comparable a una calculadora.

Adem'as de la sencillez de manejo comentada, otra ventaja de estos programas es que poseen una potencia y una versatilidad llamativas, integrando los aspectos num'ericos y simb'olicos con los gr'aficos y visuales. La difusi'ón de estas sesiones de laboratorio no se ha hecho esperar, de forma que en la mayor'ia de las Escuelas y Facultades en las que imparte docencia el Departamento de Matem'atica Aplicada, se han incorporado como algo habitual. Incluso, con la implantaci'ón de los nuevos planes de estudio, han aparecido asignaturas optativas con denominaciones como "Matem'aticas asistidas por ordenador". En estas sesiones pr'acticas, los estudiantes tienen ocasi'ón no s'olo de resolver los ejercicios y problemas con una tecnolog'ia acorde con nuestros d'ias, sino que pueden llegar a ver, a experimentar, los conceptos te'oricos que han sido expuestos en clase.

Por otro lado, la potencia y rapidez de c'álculo que los ordenadores introducen en las aulas, permiten que, aunque se explique lo mismo, no se explique de igual modo: problemas que antes eran paradigm'aticos ahora no pasan de ser trivialidades, y cuestiones que eran inabordables ahora son ejemplos obligados.

Como dec'iamos, muchos de estos laboratorios han podido crearse gracias a la ayuda del P.I.E. que viene desarroll'andose en la Universidad Polit'ecnica de Valencia, y que est'a sirviendo como modelo para muchas otras Universidades. En el marco de ese Plan, algunos proyectos de innovaci'ón docente han ido m'as all'a, incorporando el uso del ordenador no s'olo a sesiones espec'ificas de laboratorio, sino a todos los aspectos del proceso de ense'anza

de las Matemáticas: clases, trabajo personal de los alumnos, exámenes, etc.

Como ejemplo de lo que acabamos de exponer, puede tomarse la experiencia que se viene realizando desde hace cinco años en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Valencia. Los resultados de esa experiencia se pueden calificar globalmente de muy positivos (más detalles pueden verse en [2], pp. 61-79). En algunos aspectos (motivación de los estudiantes y rendimiento académico, por ejemplo), esos resultados son espectaculares.

### 3 Reseña de algunas publicaciones recientes

En cuanto a nuestro segundo objetivo - y a pesar de que la desconexión entre profesionales del campo de la Psicología y de las Matemáticas suele ser habitual - existen publicaciones recientes que se sitúan en una zona que resulta de interés común para unos y otros.

En este sentido, el primer libro que comentamos, *Ansiedad ante los Ordenadores* [1], constituye una muestra clara de ello. De hecho, aunque se trata de un manual básicamente psicológico en cuanto a contenido, uno de los elementos que contribuye decisivamente al atractivo de este texto para los profesionales de las Matemáticas, es la incorporación de una reflexión sobre la ansiedad ante las Matemáticas, en el marco de la discusión general sobre la integración de los ordenadores en la práctica educativa.

En su conjunto, este texto es una de las aportaciones más ricas y sugerentes en este debate, tanto por la calidad de las fuentes en las que se apoya, como por el rigor y la coherencia con la que se comentan los estudios que avalan el discurso teórico.

En sintonía con esta coherencia, el capítulo primero es una presentación conceptual de la ansiedad. En primer lugar, se define el término al tiempo que se diferencia de otros conceptos muy próximos, como son el estrés, la tensión, el miedo y la fobia. En segundo lugar, se describen las aproximaciones teóricas que se consideran más relevantes para el estudio de la experiencia de ansiedad.

En el segundo capítulo, se analizan los factores que facilitan que surja la ansiedad ante los ordenadores. Básicamente, existen tres tipos de causas que provocan esta experiencia: formativas (el desconocimiento de la jerga de los ordenadores, la falta de dominio, y el temor a ser sustituidos por estas nuevas tecnologías, pueden conducir a sentir ansiedad en el usuario), operacionales y psicológicas.

A continuación, los autores se detienen en las investigaciones realizadas sobre la ansiedad hacia las Matemáticas. El atractivo de estas páginas es que los autores nos explican por qué estos trabajos sirvieron de base y guía para

las primeras investigaciones sobre la ansiedad ante los ordenadores. Aprovechando los resultados obtenidos en estos estudios iniciales, surgió la idea de investigar si existía alguna correlación entre la ansiedad ante los ordenadores y la ansiedad ante las Matemáticas. Más tarde, el interés se amplió a otras áreas y se empezaron a estudiar las relaciones entre la ansiedad ante los ordenadores y otras variables, tales como el sexo, la edad, la ansiedad rasgo y el conocimiento sobre ordenadores.

Merece la pena comentar los resultados de algunos de estos trabajos. En cuanto a la variable ansiedad ante las Matemáticas como predictor de la ansiedad hacia los ordenadores, se ha demostrado inequívocamente que las personas con ansiedad hacia las Matemáticas desarrollan también ansiedad hacia los ordenadores y, lo que es más, que aquellos individuos que son hábiles para las Matemáticas lo son también para el manejo de ordenadores.

Otro resultado muestra que, en general, las mujeres tienden a manifestar la experiencia de ansiedad ante los ordenadores con mayor frecuencia que los hombres.

Respecto a la edad, la tendencia observada es que la gente joven tiene actitudes más positivas hacia estas nuevas tecnologías que las personas de mayor edad. Sin embargo, esta variable pierde valor predictivo para anticipar experiencias de ansiedad según van pasando los años, pues las nuevas generaciones ya se enfrentan con los ordenadores desde edades muy tempranas.

Por lo que se refiere a la variable ansiedad rasgo, los resultados confirman que las personas con puntuaciones altas en esta variable poseen una mayor tendencia a tener ansiedad frente a los ordenadores que aquellas con puntuaciones bajas. Igualmente, existe cierta evidencia empírica de que el conocimiento o formación sobre ordenadores tiende a generar actitudes positivas hacia los mismos.

El capítulo se completa con los resultados de otros trabajos que también resultan de interés. En general, se ha demostrado que: tener un estilo de razonamiento concreto, un locus de control externo, ser extravertido, y padecer neuroticismo, predisponen a sufrir ansiedad ante el manejo de ordenadores. También hay evidencia de que tener una opinión positiva sobre el impacto de los ordenadores en la sociedad y tener experiencia con ordenadores están asociadas a niveles bajos de ansiedad.

El tercer capítulo se centra en dos aspectos motivacionales: el motivo de logro y la autoestima. Es lógico pensar que las personas que puntúan alto en motivo de logro tendrán: (1) una actitud más positiva hacia los ordenadores; y (2) una menor ansiedad hacia ellos. Los trabajos confirman la primera hipótesis, pero no permiten sostener la segunda.

El capítulo cuarto evidencia la repercusión que tiene la introducción

de la informática en la satisfacción laboral, destacando que la ansiedad hacia los ordenadores es una variable que puede amortiguar estos efectos. La aportación de estas páginas finales, es ofrecer una panorámica general de los modelos históricamente más representativos de la satisfacción laboral. De todos ellos, los autores tratan con más detalle la teoría del Computer Research Unit, por ser una de las teorías más completas que existen en la actualidad y porque ha sido creada para ser aplicada en ambientes informatizados.

La segunda obra que aquí presentamos lleva por título *Nuevas tecnologías en la formación*, un trabajo de Gemma Medrano, editado por Eudema en su serie Recursos Humanos [3]. El interés principal de este texto es que su publicación complementa el pequeño bagaje de textos disponibles en lengua castellana acerca de esta problemática. Sin duda, las nuevas tecnologías no son la solución mágica para la formación, en su sentido más amplio, pero indudablemente, constituyen uno de los instrumentos más potentes para cuestionar prácticas de enseñanza muy arraigadas en estos profesionales.

En el capítulo primero la autora precisa a qué se refiere con el término nuevas tecnologías. Concretamente, a todos aquellos equipos o sistemas técnicos que sirven de soporte a la información, a través de canales visuales, auditivos, o de ambos. Y si al término tecnología le añadimos el apellidado "formativa", estaremos hablando de algo más, de todos aquellos equipos técnicos que sirven de soporte a los contenidos de la formación. A continuación, recapacita sobre cómo la introducción de las nuevas tecnologías en los distintos ámbitos va unida a la evolución de tres grandes áreas: (1) la informática; (2) la tecnología audiovisual; y (3) las telecomunicaciones. También reflexiona sobre el valor pedagógico de la imagen y, finalmente, sobre lo imprescindible que resulta la figura del tutor en cualquier proceso de aprendizaje.

Los capítulos segundo y tercero están dedicados a uno de los recursos formativos de mayor actualidad: el vídeo. Concretamente, el vídeo formativo consiste en utilizar películas previamente realizadas, como apoyo didáctico a unos determinados contenidos. Con bastante claridad, en el segundo capítulo, se desarrollan tres aspectos. En primer lugar, cómo es posible adquirir en el mercado videos que cubran unas necesidades formativas determinadas; en segundo lugar, las fases que podemos seguir para elaborar un vídeo formativo (elaboración del proyecto, preparación del guion literario y del guion técnico, realización y postproducción); y, en tercer lugar, qué estilo y criterio podemos emplear para que la integración del vídeo en el proceso formativo sea exitoso. En el capítulo tercero, se describen las modalidades de utilización del vídeo como herramienta de grabación en el aula, y como recurso en la enseñanza a distancia.

La enseñanza asistida por ordenador (E.A.O.) es el núcleo temático del capítulo cuarto. Se trata de una metodología que posibilita y facilita la adquisición de unos contenidos de formación, a través de un programa de ordenador. Sin duda, el aspecto más interesante de la E.A.O. es ese diálogo que se establece con el usuario, a partir de una sucesión de ejercicios, preguntas y respuestas. De este modo, uno avanza a su propio ritmo y esto tiene una impresionante fuerza motivadora para el alumno. Resulta muy convincente cómo se fundamenta, en este capítulo, el que los sistemas de E.A.O. están basados en los principios psicopedagógicos siguientes: la actividad, la individualización, la progresión, la retroalimentación inmediata, el valor del error, y la aplicabilidad inmediata de lo aprendido. Para terminar, la autora propone seis buenas razones para escoger la E.A.O. como metodología en programas de formación y señala cuáles son las principales limitaciones de su uso.

El quinto capítulo también está dedicado a la E.A.O., pero, en este caso, la autora trata de enseñarnos cómo es posible diseñar cursos de formación haciendo uso de las fantásticas posibilidades que ofrece esta nueva técnica de instrucción. El nudo del capítulo lo constituye la explicación de los criterios básicos que debe cumplir cualquier programa de E.A.O., desde el punto de vista formativo, con relación a los siguientes aspectos: instrucciones, organización y secuenciación del contenido, preguntas, actividades, sistemas de ayuda y diseño de pantallas. Además, la autora propone los programas multinivel y los programas con pantalla de profundización, como dos soluciones al problema que tienen los programas de E.A.O. de tener que adaptarse a las diferencias de nivel de los usuarios. A continuación, alude al registro de los progresos de los usuarios como una fuente esencial para evaluar y revisar los programas de E.A.O., y recoge en una lista los aspectos que debe incluir el manual de un curso de E.A.O. Finalmente, cierra el capítulo con una reflexión sobre el papel del tutor en la enseñanza asistida por ordenador, cuando desempeña las funciones de administrador, orientador, y evaluador.

El videodisco interactivo se presenta en el capítulo sexto. En realidad, el control del videodisco por un ordenador es la modalidad que más posibilidades ofrece dentro de la formación, porque facilita un mayor grado de interactividad entre el medio y el usuario.

En el séptimo capítulo se reflejan en un esquema los elementos que no hay que olvidar en la elaboración de un diseño de cursos, cuando se utiliza el videodisco interactivo. Lo más nuevo aquí -y también en lo más difícil- no es ya el diseñar y organizar bien las imágenes, sino el lograr una combinación adecuada de éstas con el soporte informático. Además, en este capítulo se presentan el esquema lineal, el esquema ramificado y las simulaciones, como

ejemplos de cómo podría organizarse una unidad de aprendizaje del modo que resulte más didáctico y formativo para todos.

El objetivo del octavo capítulo es establecer un marco de referencia para los sistemas interactivos que utilizan como tecnología el compact-disc, y se hace un breve comentario de las características más específicas de cada uno de ellos (CD-ROM, CDU, etc.).

El capítulo noveno es uno de los más interesantes, porque en estas páginas finales la autora analiza algunos de los sistemas de formación que son fruto de la unión entre las telecomunicaciones y la tecnología. En concreto, ha escogido los siguientes: la conferencia telemática, la videoconferencia, y las redes teledidácticas. Tiene el mérito de describirnos, con términos muy sencillos, cómo funcionan cada uno de ellos y qué limitaciones frenan hoy una expansión que todavía podría ser más acelerada.

## Referencias

- [1] Fariña, F., Arce, R. *Ansiedad ante los Ordenadores*, EUDEMA, Serie Recursos Humanos, Madrid, 1993.
- [2] Llorens, J. L. *Un curso de Matemáticas con DERIVE*, Epsilon 26 (1993).
- [3] Medrano Basanta, G. *Nuevas tecnologías en la formación*, EUDEMA, Serie Recursos Humanos, Madrid, 1993.