



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Documento de trabajo 04-01
Serie de Innovación Docente (01)
Junio 2004

Área de Ingeniería de Organización
Departamento de Ingeniería Mecánica
Universidad Carlos III de Madrid

LA SIMULACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA LA EDICIÓN DE VIDEOS QUE AFIANCEN LOS CONOCIMIENTOS DE LOS ALUMNOS: UNA EXPERIENCIA

Miguel Ángel Ortega Mier¹, miguel.ortega@uc3m.es

Abstract

En la labor de un docente de enseñanzas técnicas es muy importante motivar a los alumnos para que, antes del examen, intenten resolver los ejercicios por su cuenta y que no esperen a verlos resueltos por el profesor; reduciéndose así las posibilidades de aprendizaje. La simulación es una herramienta muy útil que aporta una gran ayuda en la toma de decisiones en muchas especialidades de la ciencia: física, producción, etc. Ahora se plantea utilizar la simulación, en concreto el programa comercial Witness®, como herramienta que sirva para la elaboración de videos en los que se muestren los problemas que se estudian en el aula. Se han desarrollado un conjunto de videos en los que se simulen los problemas que se estudian en el módulo de Teoría de Colas de la asignatura Modelos Cuantitativos de Sistemas Productivos, optativa de 3º de Ingeniería Industrial. Con esta colección de videos se buscan dos objetivos: estimular la resolución de los mismos por parte de los alumnos y ayudar a su comprensión. Dichos videos pueden ser utilizados por el profesor en el aula y por los alumnos en sus casas de forma autónoma. En este documento se expone la experiencia que ha tenido el autor del mismo en el curso 2003/04 al llevar a cabo estas ideas enmarcado en un Proyecto de Innovación Docente en la Universidad Carlos III de Madrid.

Palabras clave: simulación, docencia, videos, motivación

¹ Área de Ingeniería de Organización. Universidad Carlos III de Madrid

1. INTRODUCCIÓN

Este Proyecto de innovación docente nace al comprobar que el fracaso en los exámenes generalmente viene dado por una falta de trabajo personal por parte del alumno. Es fácil escuchar la siguiente expresión a un profesor: “has suspendido porque no has trabajado en casa o porque no te has enfrentado a un problema del estilo de los de clase hasta el día del examen”.

En la labor de un docente, en especial de ingenierías, es muy importante motivar a los alumnos para que, antes del examen, intenten resolver los ejercicios por su cuenta y que no esperen a verlos resueltos por el profesor; reduciéndose así las posibilidades de aprendizaje.

La simulación es una herramienta muy útil que aporta una gran ayuda en la toma de decisiones en muchas especialidades de la ciencia: física, producción, etc. Existe una amplia literatura en la que se trata cómo enseñar las técnicas de simulación [1].

Existen otros artículos en los que se presenta la simulación como herramienta que ayude a la docencia, que ya son muchos menos que los anteriores, se enfoca la simulación a los juegos de gestión o también llamados juegos de empresa [2,3].

Tras una aportación muy interesante en la tesis doctoral de Marín [4], nace la idea de utilizar un programa comercial de simulación (*Witness*) para enseñar en el aula cómo funcionan los sistemas de producción reales.

Este documento está dividido en 5 apartados. A esta introducción le sigue un apartado en el que se enmarca la experiencia realizada. En los apartados 3 y 4 se exponen el contenido y el desarrollo de esta experiencia. En el quinto apartado se presentan los resultados obtenidos y por último se hace una relación de las conclusiones obtenidas.

2. MARCO DE LA EXPERIENCIA

En este apartado se va a tratar de presentar el marco dentro del cual tiene lugar la experiencia que se ha realizado.

2.1. La asignatura

Esta experiencia se ha desarrollado en una parte de la asignatura Modelos Cuantitativos de Sistemas Productivos. Es una asignatura optativa de tercer curso de la carrera de Ingeniero Industrial, que se imparte desde el Área de Ingeniería de Organización.

Esta asignatura consta de dos bloques muy diferenciados:

- uno primero, sobre problemas de planteamiento de modelos de Programación Lineal.
- y otro segundo, en el que se estudian modelos de Teoría de Colas.

En esta asignatura se busca que los alumnos aprendan a modelar sistemas parecidos a los reales, pero con un grado menor de complejidad que en la realidad.

Este proyecto se ha dirigido al bloque de Teoría de Colas, que es el que imparte el autor de este artículo.

2.2. Los alumnos

Los alumnos llegan a esta asignatura acostumbrados a un tipo de problemas en los que partiendo de una serie de datos, y mediante la ecuación o ecuaciones adecuadas se pueden calcular las variables que se piden en el enunciado del problema.

En esta asignatura los problemas tienen otro estilo, es importante fijarse en el nombre de la asignatura: “modelos”. La cuestión no es hallar la respuesta exacta, sino saber modelar bien el sistema al que se refiere el enunciado. Este cambio de perspectiva no resulta fácil para muchos de los alumnos. De ahí que se haya decidido realizar esta experiencia en esta asignatura.

2.3. El profesor

El autor de esta experiencia, dentro de los departamentos en los que ha participado como investigador, lleva varios años intentando facilitar la docencia del profesor y el aprendizaje de los alumnos por medio de las nuevas tecnologías [5,6,7].

3. CONTENIDO

3.1. Objetivo

Con esta experiencia se ha buscado un objetivo: motivar a los alumnos a que intenten resolver los ejercicios por su cuenta y que no esperen a verlos resueltos por el profesor, reduciéndose las posibilidades de aprendizaje

Ha consistido en diseñar un conjunto de problemas y sus correspondientes videos en los que se muestran los sistemas a los que se hace referencia en cada problema.

El conjunto de problemas y videos se han publicado en Aula Global, que es un entorno web de la universidad que permite la comunicación entre profesores y alumnos, así como poder compartir recursos.

The screenshot shows the 'Aula Global' web interface in Microsoft Internet Explorer. The browser title is 'Aula Global Gestión Integrada - Microsoft Internet Explorer'. The page header includes 'UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID' and 'Asignaturas/C2.4.10441-31/Materiales complementarios'. A sidebar on the left contains navigation options like 'Visión del estudiante', 'Asignaturas', 'Directorio de ficheros', and 'Recursos Docentes'. A tree view on the left shows the course structure, with 'Materiales de estudio' expanded to show 'Unidades didácticas', 'Web de las asignatura', 'Materiales complementarios', and 'Recursos de información'. The main content area features a table titled 'Recursos Docentes publicados' for the course 'C2.4.10441-31. MODELOS CUANT. SIST. PROD.'. The table has columns for 'Materiales complementarios', 'Vigencia', and 'Publicado en'. The first row is 'Enunciado Ejercicios de Colas 2003-2004' with a validity of '12.11.2003/11.11.2004' and published to 'todo el grupo'. Subsequent rows list 'Video 1A' through 'Video 12', all with a validity of '26.11.2003/25.11.2004' or '27.11.2003/26.11.2004' and published to 'todo el grupo'. A checkbox 'Visible para los estudiantes:' is checked.

Recursos Docentes publicados			
C2.4.10441-31. MODELOS CUANT. SIST. PROD.			
	Materiales complementarios	Vigencia	Publicado en
	Enunciado Ejercicios de Colas 2003-2004	12.11.2003/11.11.2004	todo el grupo
	Video 1A	26.11.2003/25.11.2004	todo el grupo
	Video 1B	26.11.2003/25.11.2004	todo el grupo
	Video 2	26.11.2003/25.11.2004	todo el grupo
	Video 3	26.11.2003/25.11.2004	todo el grupo
	Video 4	26.11.2003/25.11.2004	todo el grupo
	Video 5	27.11.2003/26.11.2004	todo el grupo
	Video 6	27.11.2003/26.11.2004	todo el grupo
	Video 7A	27.11.2003/26.11.2004	todo el grupo
	Video 7B	27.11.2003/26.11.2004	todo el grupo
	Video 8	27.11.2003/26.11.2004	todo el grupo
	Video 9	27.11.2003/26.11.2004	todo el grupo
	Video 10	27.11.2003/26.11.2004	todo el grupo
	Video 11A	27.11.2003/26.11.2004	todo el grupo
	Video 11B	27.11.2003/26.11.2004	todo el grupo
	Video 12	27.11.2003/26.11.2004	todo el grupo

Figura 1. Pantalla de Aula Global desde la que se puede acceder a la colección de problemas y sus videos correspondientes.

De esta forma, tanto la colección de problemas como los videos pueden ser consultados, vía Internet, en el aula por el profesor, o en las salas informáticas de la universidad y en casa por los alumnos.

La posibilidad de ver los videos por Internet, no siendo una gran novedad [8,9], es muy importante para el buen desarrollo del proyecto, ya que permite que los alumnos puedan acceder con facilidad al enunciado del problema que quieran resolver, y si tienen dudas a la hora de resolver el ejercicio pueden consultar el video correspondiente y observar cómo funciona dicho sistema.

3.2. Procedimiento de uso

En la siguiente figura se puede observar el procedimiento que puede emplear el alumno desde que dispone de la colección de videos.

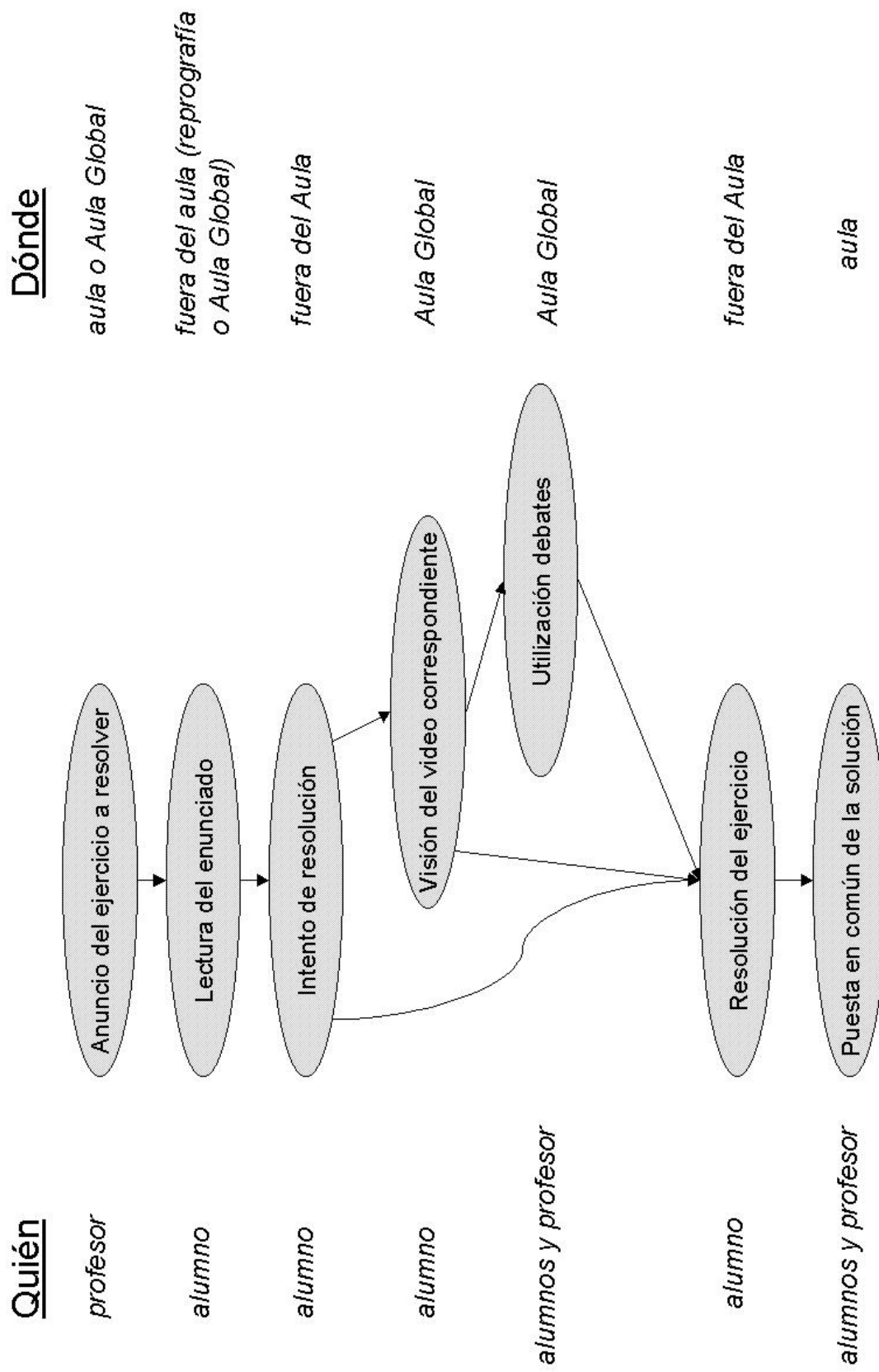


Figura 2: Procedimiento de resolución de los ejercicios.

Así, una vez que el profesor en el aula o mediante Aula Global anuncia que ejercicio se va a resolver en la siguiente clase, el alumno puede empezar a intentar resolver dicho ejercicio.

El enunciado lo puede obtener en reprografía (15 días), o en Aula Global (el tiempo que estime oportuno el profesor).

Con el enunciado en la mano, el alumno puede resolver el ejercicio si más o puede visionar el video correspondiente desde Aula Global. Si tiene dudas o quiere contrastar su resolución con el profesor o con otros alumnos lo puede hacer utilizando el Debate que está abierto en Aula Global con esta intención.

De esta manera se intenta que el alumno haya resuelto el ejercicio o al menos lo haya intentando (que es casi tan importante en el proceso de aprendizaje).

3.3. Ejemplo

Se puede observar un ejemplo de uno de los problemas de la colección con alguna imagen de su video correspondiente.

Enunciado

En una fábrica artesanal de conservas de pescado situada en las rías bajas existe un centro de trabajo formado por dos puestos manuales de envasado, uno de ellos de sardinas (S) y el otro de atún (A); y un puesto de cierre de latas donde se sella la tapa (C).

Debido a las características del centro de trabajo, cuando uno de los operarios de envasado termina de llenar la lata correspondiente, debe esperar a que el puesto de sellado quede libre para transferir a él y poder continuar con su trabajo, quedando por lo tanto bloqueado.

Al haber en la fábrica menos puestos de envasado de sardinas, en caso de estar bloqueados los dos puestos de envasado del mismo centro de trabajo, tendrá prioridad el puesto de sardinas.

Al ser todas las operaciones de la fábrica manuales, al puesto de envasado de sardinas no le llega el producto a envasar a un ritmo constante, sino que las cantidades necesarias para llenar una lata (lotes)

llegan siguiendo una distribución de Poisson de media λ_S por hora. No existe posibilidad de almacenar lotes en el puesto de trabajo, por lo que si llega un lote al puesto de envasado y éste está trabajando o bloqueado en espera de transferir el producto al puesto de sellado, el lote es desviado hacia otros puestos adyacentes fuera del centro de trabajo que estamos estudiando. El tiempo de envasado de un lote de sardinas sigue una distribución exponencial, con media $1/\mu_S$.

El puesto de envasado de atún opera de forma análoga, pero varía el ritmo de llegada de lotes, que es de Poisson, con media λ_A y el tiempo de envasado, que en este caso es exponencial con media $1/\mu_A$.

El tiempo de sellado sigue una distribución exponencial de media $1/\mu_C$.

Se pide:

- *Indicar los estados posibles en que puede estar el centro de trabajo.*
- *Hallar las ecuaciones de Chapman-Kolmogorov que rigen el sistema.*

Imágenes del video

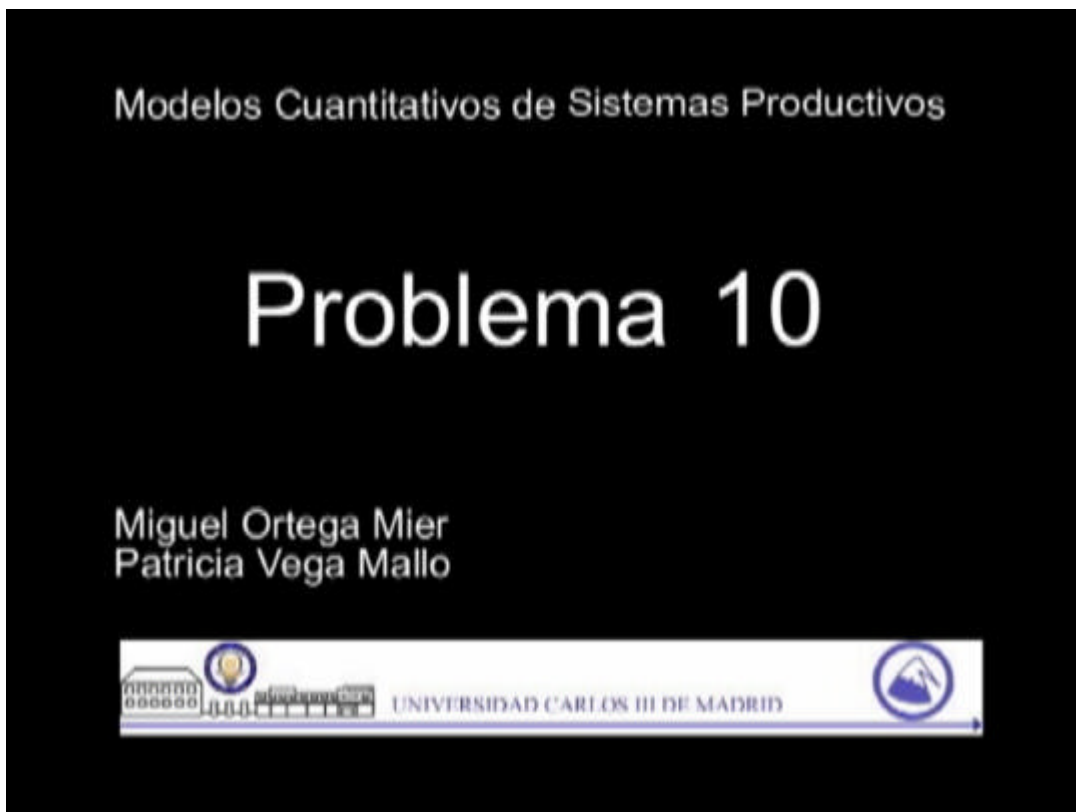


Figura 3: *Fotograma del video correspondiente al problema 10.*

-Pantalla inicial-

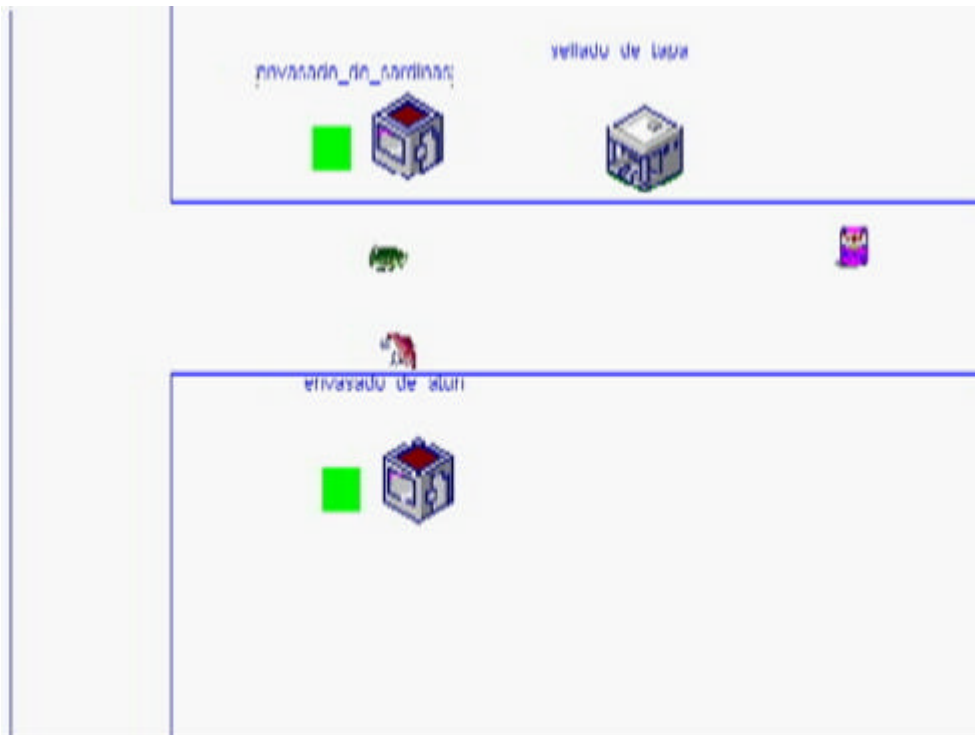


Figura 4: Fotograma del video correspondiente al problema 10.
 -Puestos de envasado ocupados y libre el de sellado-

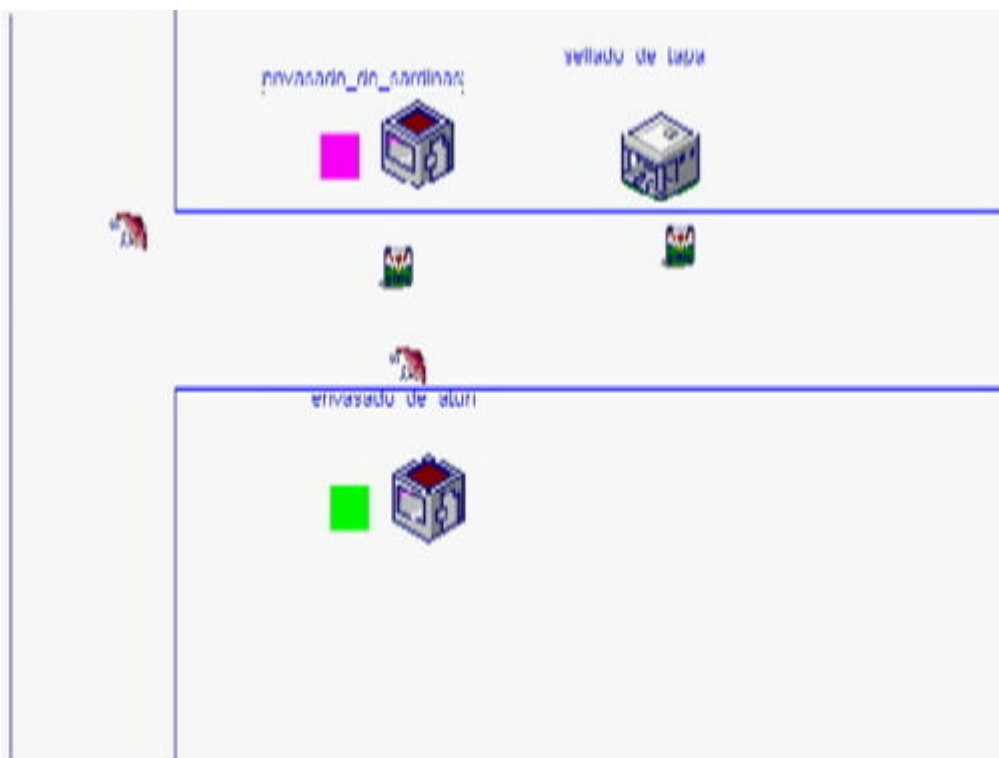


Figura 5: Fotograma del video correspondiente al problema 10.
 -Puestos de envasado de atún y de sellado ocupados y el de envasado de sardinas bloqueado (color rosa)-

3.4. Recursos

Para realizar los videos se necesitaron los siguientes recursos:

- Un ordenador Pentium III,
- El programa de simulación (Witness 2002),
- El programa de edición de video (Pinnacle Studio).

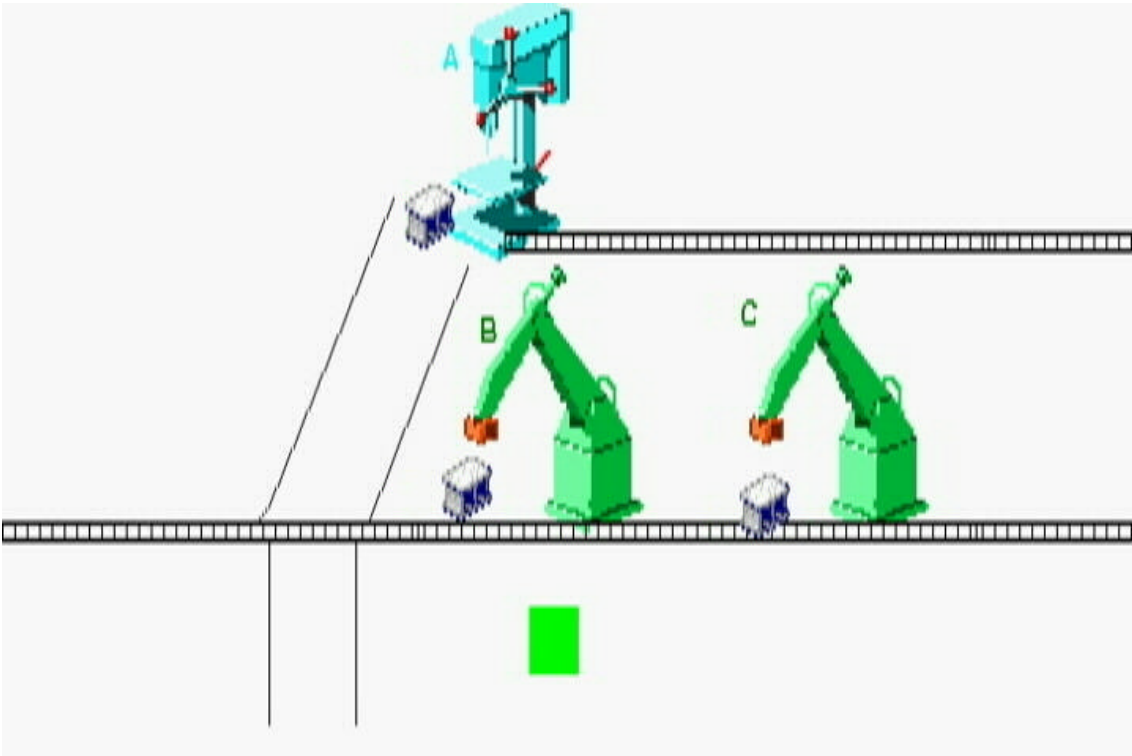


Figura 6: Fotograma del video correspondiente al problema 12.

4. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA.

Los videos se elaboraron a lo largo del mes de octubre (tiempo de trabajo de la becaria) acabándose unos días después de lo previsto. Cuando se fueron terminando los videos, se fueron colgando en Aula Global.



Figura 7: Diagrama de Gantt de la experiencia.

Actualmente, todos los videos están en Aula Global disponibles para todos los alumnos que cursan la asignatura de Modelos Cuantitativos de Sistemas Productivos.

Esta experiencia se ha difundido en el aula, y se han mostrado y discutido algunos de los videos con el objeto de animar a los alumnos para que los usen.

También, una vez que se permitió dicha funcionalidad en Aula Global, se ha abierto un debate en el que los alumnos pueden comentar entre ellos o con el profesor opiniones y/o dudas sobre los problemas y los videos.

La penúltima semana del cuatrimestre se realizó una encuesta específica para conocer la opinión de los alumnos.

También se quieren hacer constar las dificultades con las que se tropezó:

- Una dificultad asociada a los recursos: la corta duración de la beca asociada al proyecto no permitió aprender a usar bien los programas necesarios, elegir formatos de video idóneos, etc.
- Otra dificultad asociada a la infraestructura informática. Existieron problemas en los primeros días después de la publicación de los videos, cuando los alumnos intentaron verlos en las aulas informáticas de la universidad. Este problema se subsanó a los pocos días por los Servicios Informáticos de la Universidad. Del diálogo con el responsable de los Servicios Informáticos se deduce la que esta experiencia es bastante innovadora al menos en este campus de la universidad.

- Otra dificultad vino dada por la actitud de los alumnos. Su resistencia a la hora de hacer algo más que venir a clase o a lo sumo hacer ejercicios, ha hecho imposible la formación de un grupo reducido de trabajo de forma voluntaria.

5. RESULTADOS

En este apartado se reflejan los resultados obtenidos en el curso 2003/04. Se pueden diferenciar dos tipos de resultados: los académicos y los relativos a una encuesta que se realizó a los alumnos.

5.1. Rendimiento académico

En la siguiente tabla y en el gráfico explicativo se puede observar la evolución de alumnos presentados, y aprobados en las cinco ultimas convocatorias de la asignatura.

Como se deduce de estos datos, ha habido una notable mejoría en los resultados académicos, habiendo aprobado casi todos los alumnos que se han presentado en esta convocatoria.

La disminución de los alumnos presentados (que ocurría ya en la convocatoria de septiembre de 2003) se debe a un cambio en la normativa correspondiente: a los alumnos ya no les corre convocatoria si no se presentan.

	Presentados	Aprobados Teoría Colas	Aprobados MCSP
Feb 02	81%	69%	60%
Sep 02	73%	62%	50%
Feb 03	88%	65%	58%
Sep 03	65%	70%	62%
Feb 04	69%	93%	89%

Tabla 1. Porcentajes de aprobados en las cinco últimas convocatorias.

De estos resultados y de lo observado en el aula se cree que se ha consolidado un grupo de alumnos (nuevos y repetidores) que ha asistido a clase de forma activa, luego ha trabajado en casa (han resuelto los problemas y algunos de ellos han usado los videos) , y a la hora del examen se han presentado y han aprobado.

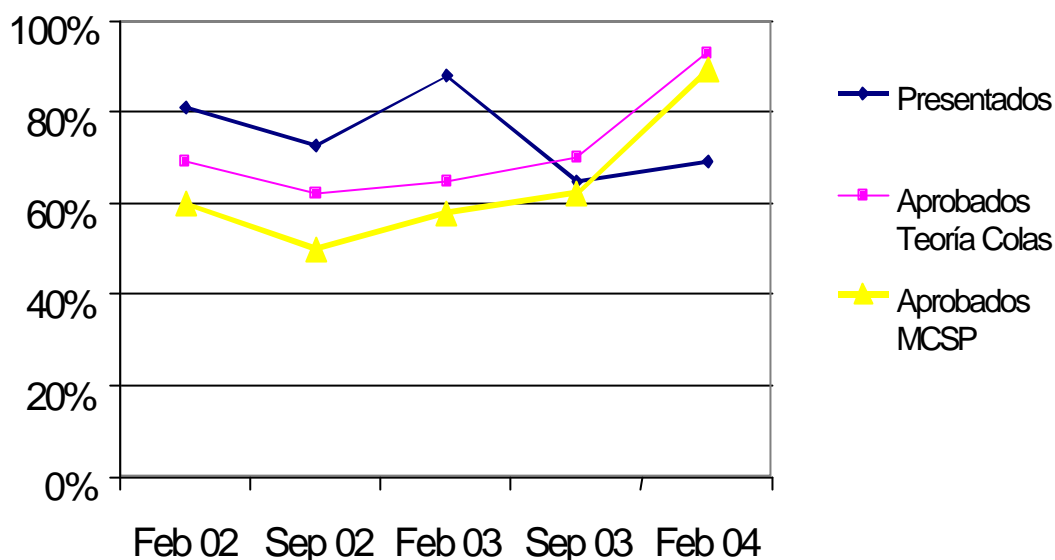


Figura 8: Porcentajes de aprobados en las cinco últimas convocatorias.

5.2. Resultado encuesta.

La encuesta se realizó en los últimos días de clase y fue respondida por 16 alumnos (de 42 alumnos matriculados), aunque hay alguna pregunta que no contestaron todos ellos. La encuesta constaba de un parte cuantitativa y otra cuantitativa.

En la parte cuantitativa se le pidió al alumno que mostrara el grado de acuerdo que tiene respecto a unos enunciados cerrados propuestos (5: Totalmente de acuerdo – 1: Nada de acuerdo).

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

	5	4	3	2	1	Media
La asignatura me parecía interesante antes de comenzar el curso.		4	12	2		3.5
La asignatura me sigue pareciendo interesante después de terminar el curso.		8	7		1	3.52
Ya conocía la Teoría de Colas antes de comenzar esta asignatura				2	14	1.12
Acabo la asignatura con una idea clara de la Teoría de Colas	4	9	3			4.06

Tabla 2. Resultados obtenidos sobre los contenidos y el interés de la asignatura y en particular la Teoría de Colas.
(Número de respuestas a cada pregunta y media correspondiente)

	5	4	3	2	1	Media
He hecho los problemas de Teoría de Colas propuestos para hacer en casa		6	6	4		3.4
He utilizado los videos a la hora de hacer los problemas de Teoría de Colas		4	5	4	1	2.85
No he tenido problemas para poder ver los videos en la universidad	4	1	1	1	4	3
No he tenido problemas para poder ver los videos en casa	5			1	6	3.23
Los problemas que he tenido los he podido resolver	3		4	3		3.3
La calidad de los videos la considero suficiente	4	6	4		1	4

	5	4	3	2	1	Media
Experiencias de este tipo ayudan a la mejor comprensión de la asignatura	1	10	4		1	3.62
Experiencias de este estilo me animan a estudiar la asignatura		4	7	2	1	3

Tabla 3. Resultados obtenidos sobre la colección de videos de Teoría de Colas.

En la parte cuantitativa se hacían preguntas abiertas sobre aspectos positivos y a mejorar sobre los videos. Los comentarios que escribieron los alumnos son pocos y se indican a continuación de reproducidos de forma textual.

Aspectos positivos sobre los videos:

- Ayudan a comprender la signatura
- Ayudan a comprender la signatura de forma más real
- No tienen elevada utilidad
- Aclaran dudas sobre la comprensión de problemas
- Dejan claro el enunciado del problema

Aspectos que en los que se puede mejorar:

- Desproporción entre la calidad de los videos y el tamaño de los archivos correspondientes
- Desde casa no se pueden ver
- Videos de menos tamaño

- Los alumnos no participan en el debate
- Muy lento sin ADSL

5.3. Valoración de la encuesta

La asignatura les parecía interesante y dicho interés no desapareció. Los alumnos acaban la asignatura con una idea clara de la Teoría de Colas.

Los alumnos que han respondido la encuesta han utilizado la colección de problemas y no todos ellos han aprovechado los videos para resolverlos.

Ha habido dificultades para poder usar los vídeos tanto en la Universidad como en casa. En un caso por problemas técnicos que se resolvieron y en otro porque los videos tienen un gran tamaño y la velocidad de acceso a Internet en las casas no es muy alta.

Parece que experiencias de este tipo animan a los alumnos y les ayuda a entender la asignatura.

CONCLUSIONES.

La experiencia ha supuesto un trabajo considerable (en horas, atención y preocupación) mucho mayor de lo previsto.

Esta experiencia ha sido innovadora a la hora de utilizar videos para mejorar la comprensión de los alumnos, no sólo en clase sino también de forma autónoma desde sus casas.

La colección de videos es un apoyo importante para la impartición de la asignatura de Modelos Cuantitativos de Sistemas Productivos y queda, con la consiguiente actualización anual, como recurso docente para siguientes años.

La utilización de los videos ha supuesto una mejor comprensión de los problemas de Teoría de Colas que se estudian en clase. Por un lado los han entendido mejor y, además, se han visto más motivados para hacer dichos ejercicios. En esto último se ha apreciado bastante diferencia respecto a otros años; los alumnos mostraban más iniciativa en compartir cómo habían resuelto ellos los problemas.

La aceptación por parte de la comisión y posterior desarrollo del proyecto ha llevado a volcar en Aula Global gran parte de documentación de la asignatura (problemas, colección de videos) y a utilizar Aula Global como herramienta de comunicación con los alumnos (avisos, debates, listas de correo, etc).

Como resultado importante, se recoge que Witness u otros programas de simulación pueden ser una herramienta muy buena para el apoyo en la docencia sobre todo en asignaturas relativas a temas de producción en la especialidad de Organización. Y fruto de esta y otras experiencias se quiere impulsar una línea de trabajo en el departamento.

También se ha observado que la utilización de las Nuevas Tecnologías por parte de los alumnos sigue siendo baja.

Este trabajo puede servir como base para futuras experiencias que apoyen a la transformación de las asignaturas en el nuevo Espacio Europeo de Enseñanza Superior (Declaración de Bolonia).

Referencias

- [1] O. Bouamra, E. Morrison, "Teaching and learning discrete-event simulation & modelling with Witness®, Maths, stats and O.R. vol. 0, nº2, 2000, pp 6-10.
- [2] B. Keys, J. Wolfe, "The Role of Management Games and Simulations in Education and Research", Journal of Management, 16(2), 1990, pp 307-336.

- [3] J. Klassen, D. Drummond, "Human resources skills: Learning through an interactive multimedia business simulation", *International Journal of Educational Technology*, 2(1), 2000.
- [4] F. Marín, Tesis doctoral: "Diseño y evaluación de alternativas en la configuración de sistemas de producción justo a tiempo mediante una herramienta de simulación", ETSII de Madrid, 2000.
- [5] M.A. Ortega-Mier, Proyecto Final de Carrera: "Aplicación informática para la enseñanza de modelos de renovación de equipos industriales", ETSII de Madrid. 2000.
- [6] M.A. Ortega-Mier, L., Romero, "Programación Lineal", software para docencia, F²F. ETSII Madrid, 1999.
- [7] A. García, Proyecto Final de Carrera: "Aplicación informática para la enseñanza de modelos de Mantenimiento", ETSII de Madrid, 2000.
- [8] J.M. Pullen, "Applicability of internet video in distance education for engineering", *IEEE Frontiers in Education Conference*, 2001.
- [9] M. Macedonia, D. Brutzman, "Mbone Provides Audio and Video Across the Internet", *IEEE Computer*, 1994.