

ANÁLISIS DEL PERFIL DE CONOCIMIENTOS DE ALUMNOS DE NUEVO INGRESO EN LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Knowlegde profile analysis of new registered students at the Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid

Analyse du niveau de connaissances d'étudiants de nouvelle incorporation à la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid

A. GARCÍA-BELTRÁN¹, M.J. SÁNCHEZ², J. MIRA² y R. MARTÍNEZ¹

¹Dpto. de Automática, Ingeniería Electrónica e Informática Industrial-U.P.M.

²Dpto. de Organización, Administración de Empresas y Estadística-U.P.M. ETSI Industriales. C/ José Gutiérrez Abascal, 2. 28006-Madrid

BIBLID [0212 - 5374 (1998) 16; 23-39]

Ref. Bibl. GARCÍA-BELTRÁN, A.; SÁNCHEZ, M.J.; MIRA, J.; MARTÍNEZ, R. Análisis del perfil de conocimientos de alumnos de nuevo ingreso en la escuela técnica superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. *Enseñanza*, 1998, 16, 23-39

RESUMEN: Se ha realizado un análisis estadístico de diversas calificaciones (último curso pre-universitario, examen de Selectividad y prueba de auto-evaluación de diferentes materias antes de comenzar el primer curso universitario) obtenidas por alumnos de nuevo ingreso que van a realizar el primer curso de carrera en la Escuela

Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Se ha analizado la correlación entre estas calificaciones y otros posibles factores de influencia durante los cursos 1997-98, 1998-99 y 1999-2000. Los factores analizados son el tipo de centro de procedencia (público o privado) y el sexo del alumno.

SUMMARY: A statistical analysis has been carried out for different grades (last high school year, college entrance examination and self-evaluation of different subjects before starting college) obtained by students of the Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales in the Universidad Politécnica de Madrid. Correlations between these grades and some potentially influential factors were analyzed for the academic years 1997-1998, 1998-1999 and 1999-2000. The analyzed factors were the type of high school (public or private) and the student's gender.

RÉSUMÉ: On a fait une analyse statistique des certaines qualifications (dernier cours avant l'entrée à l'université, l'examen du Bac et une preuve de auto-evaluation de différents matières avant de commencer le premier cours universitaire) obtenus pour des élèves de nouvelle incorporation qui vont commencer le premier cours à la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. On a analysée la corrélation entre ces qualifications et autres possibles facteurs d'influence pendant les cours 1997-1998, 1998-1999 et 1999-2000. Les facteurs analysés sont le caractère du établissement d'enseignement (public et privé) et le sexe de l'élève.

INTRODUCCIÓN

La mejora del proceso docente lleva permanentemente a los responsables de los perfiles curriculares a plantearse algunas preguntas acerca de la adecuación de las asignaturas y sus contenidos en función del perfil previo de conocimientos de los alumnos. En este sentido, el análisis del perfil de conocimientos de los alumnos que van a iniciar un curso es fundamental para determinar las carencias de éstos. Esta información puede resultar crucial para que los responsables de los perfiles curriculares y de la organización de las asignaturas puedan adecuar dinámicamente sus contenidos antes del comienzo del periodo docente.

La siguiente cuestión que se plantea es dónde y cómo puede obtenerse información para realizar este análisis del perfil de conocimientos. En el caso de los alumnos que van a iniciar el primer curso universitario, pueden emplearse las calificaciones obtenidas en el último curso pre-universitario y en las pruebas de Selectividad. El principal inconveniente asociado a esta información es el de su procedencia diversa: los alumnos no han realizado este curso en el mismo centro educativo y una parte de ellos proviene de diversas Comunidades Autónomas con distintas pruebas de Selectividad, de forma que no puede decirse que la información sea homogénea o no esté sesgada de alguna manera. En principio, la calificación de Selectividad se puede tomar como una referencia mejor de la historia aca-

démica anterior, ya que el examen es del mismo tipo para todos los alumnos y, para la gran mayoría de los alumnos, el enunciado de las preguntas del examen es el mismo.

En cualquier caso, una posible solución a este problema sería la realización de una prueba común para todos los alumnos. Para llevar a cabo este objetivo habría que preparar un sistema de evaluación *ad hoc* de las materias que han estudiado el curso anterior y que, posteriormente, se van a encontrar en el primer curso universitario.

EL SISTEMA WEBTUTOR

Con el fin de obtener un conjunto coherente de información sobre el perfil de conocimientos de los alumnos de nuevo ingreso en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSII-UPM) se ha empleado un sistema informático para evaluarlos antes del comienzo del primer curso de carrera. En cualquier caso, en este trabajo también se ha considerado la información obtenida de las calificaciones del curso anterior (COU) y de las pruebas de Selectividad.

El sistema WebTutor es una herramienta informática que permite la realización de evaluaciones sobre una o más materias a través del servicio WWW, mediante un conjunto aleatorio de preguntas procedentes de una base de datos [Coronado 1998, García-Beltrán 1998]. El sistema WebTutor viene empleándose desde principios del curso 1995/96, con el propósito de obtener información completa y precisa acerca del nivel académico de los alumnos en el momento de su ingreso en la ETSII-UPM, ayudar a los alumnos a alcanzar el nivel adecuado en cada asignatura y facilitar la adaptación de temarios, así como la recomendación de lecturas correspondientes a las diferentes asignaturas evaluadas [García-Beltrán 1998].

2.1. Estructura del sistema

En la base de datos del sistema WebTutor se recogen todas las materias que se pretende evaluar: Matemáticas y Física (desde 1995), Química (desde 1997) y Dibujo Técnico (desde 1998). Estas materias se organizan, a su vez, en 10 capítulos o unidades didácticas (3 unidades en el caso de Dibujo Técnico). Para cada materia se ha desarrollado un conjunto de 1000 preguntas (300 en el caso de Dibujo Técnico) de diferentes grados de dificultad, sus correspondientes soluciones y, en su caso, si la pregunta es de tipo test, un conjunto de posibles respuestas, que se emplean posteriormente para la generación de las evaluaciones.

Las respuestas a las preguntas de las materias de Física, Química y Dibujo Técnico son de selección simple (pregunta de tipo test con una única solución) mientras que las respuestas a las preguntas de Matemáticas son de tipo numérico entero o real. La generación de la auto-evaluación la lleva a cabo el sistema de forma diná-

mica instantes antes de que el alumno comience a realizarla, tomando aleatoriamente un conjunto de preguntas de la base de datos correspondiente.

2.2. Mecanismo de funcionamiento

Las evaluaciones, es decir, cada conjunto de preguntas generadas por la herramienta, han de ser configuradas previamente en función de su número y distribución de las preguntas según su grado de dificultad (fácil, medio, difícil). Una vez definida y activada la configuración, ésta queda a disposición del alumno que puede realizar una o varias pruebas.

Como se ha señalado antes, en el momento en que el alumno accede al sistema e inicia el proceso de autoevaluación, la aplicación genera automáticamente la secuencia de preguntas correspondientes, tomándose éstas, de forma aleatoria, del conjunto de preguntas contenidas en la base de datos. De este modo, todos aquellos exámenes que se generen a partir de una misma configuración serán distintos, aunque con un nivel de dificultad equivalente.

Al finalizar el ejercicio, se muestran los resultados al alumno y se le ofrece la posibilidad de revisar cada una de las preguntas, acompañadas de la respuesta correspondiente que él ha dado y de la solución correcta. La resolución de la prueba proporciona el perfil de conocimientos del alumno en ese momento, y actualiza los valores de la base de datos de resultados accesible a profesores y administradores del sistema.

3. IMPLEMENTACIÓN DE LA PRUEBA

A los alumnos de nuevo ingreso en primer curso en la ETSII-UPM se les invita, no es una tarea obligatoria, a realizar la autoevaluación con el sistema WebTutor desde el curso 1995/96, por medio de una circular incluida en el sobre de matriculación. La prueba de autoevaluación puede realizarse unos días después de su matriculación en las instalaciones de la propia Escuela o desde sus casas (si disponen de acceso a Internet), utilizando un identificador de usuario y una clave de acceso al sistema previamente asignados.

Una vez que el alumno ha accedido puede elegir el conjunto de materias de las que se va a autoevaluar. La configuración de la prueba ha sido preparada con antelación para que, cuando el alumno seleccione la primera materia, el sistema WebTutor genere una serie de diez preguntas, que son presentadas en la pantalla del ordenador conforme el alumno va contestando a cada pregunta o aplazando la respuesta y solicitando la siguiente.

La duración de la autoevaluación para cada materia es de unos cuarenta y cinco minutos. Una vez finalizada la autoevaluación de una materia, el alumno puede seguir con las restantes en el orden que quiera. El alumno puede realizar las evaluaciones de las materias que desee y, conforme va terminando cada materia,

el sistema le muestra los resultados obtenidos. Así, puede conocer su perfil de conocimientos según cada unidad o capítulo de cada una de las materias evaluadas. Además, el sistema está accesible para que los alumnos puedan realizar las pruebas cuantas veces quieran a lo largo del curso académico.

Los resultados globales se guardan en una base de datos, y los específicos de cada materia se envían a los departamentos académicos correspondientes de la Escuela, de forma que puedan analizar el perfil de conocimientos previos de los alumnos, en cada una de las unidades o capítulos de las asignaturas que van a tener ese mismo curso. Los responsables de las asignaturas pueden, de esta manera, adaptar *a priori* el contenido del curso al perfil de conocimientos previos de los alumnos.

Desde que comenzó a emplearse, el sistema ha sido utilizado por una media de más de 200 alumnos de nuevo ingreso cada curso según muestra la Tabla 1.

Fecha de realización	Nº alumnos de nuevo ingreso ETSII-UPM	Nº alumnos de presentados	Nº alumnos que evaluaron todas las materias	Observaciones de la autoevaluación
Sept. 1997	429	180	83	No se evaluó la materia de Dibujo Técnico
Sept. 1998	420	270	247	
Sept. 1999	410	150	94	

TABLA 1. Datos de la utilización del sistema WebTutor en la ETSII-UPM.

4. RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en las pruebas del sistema WebTutor de Física, Matemáticas, Química y Dibujo Técnico en los cursos 1997-1998, 1998-1999 y 1999-2000. Además, se analizan otras variables, que proporcionan información sobre los conocimientos anteriores adquiridos por el alumno, tales como la calificación media de COU o la calificación obtenida en las pruebas de Selectividad.

4.1. Información analizada

El conjunto de las variables de las que se dispone información ha ido aumentando desde el primer curso analizado. Para el curso 1997/98 se tienen los siguientes datos:

- la calificación global de la prueba de Selectividad,
- el tipo de centro de procedencia (público o privado),
- el sexo del alumno,

- *la calificación de la prueba del sistema WebTutor de Física,*
- *la calificación de la prueba del sistema WebTutor de Matemáticas,*
- *la calificación de la prueba del sistema WebTutor de Química.*

Para el curso 1998/99 se dispone además de la siguiente información:

- *la calificación global de COU,*
- *la calificación de la prueba del sistema WebTutor de Dibujo.*

Para el curso 1999-2000 se tienen adicionalmente, respecto del curso 1998/99, las siguientes variables:

- *las calificaciones individuales de las pruebas de Selectividad en las asignaturas de Física, Matemáticas, Química y Dibujo.*

Los análisis se realizan únicamente sobre aquellos individuos que tienen todos los datos completos. Si, por alguna razón, un alumno no ha realizado alguno de los exámenes, no se consideran los resultados del alumno. Esta estrategia disminuye el número de individuos para el análisis, pero éstos tienen todas las mismas características, previniendo un posible sesgo frente a los alumnos que por diferentes motivos (preferencia por una asignatura, cansancio, pereza,...) sólo realizan alguno de los cuatro exámenes que deben realizar. Sin embargo, esta decisión también podría introducir sesgos a priori desconocidos. Se recuerda que la realización de los ejercicios tiene carácter voluntario, por lo que no todos los alumnos de nuevo ingreso realizan dichas pruebas.

4.2. Estadística descriptiva general

En la Tabla 2 se presenta una estadística descriptiva resumida de los resultados obtenidos por los alumnos en las diferentes materias que se contemplan en los tres cursos analizados. Como medidas representativas se han seleccionado la *media aritmética*, la *mediana* (aquel valor que después de ordenar los datos por su magnitud deja el 50% de ellos a su derecha y el 50% a su izquierda), la *desviación típica*, el *rango* (intervalo de variación de los datos) y el *rango intercuartílico* (intervalo de variación de los datos en el cual están situados el 50% central de los mismos). El valor *n* representa el número de alumnos que han realizado todas las pruebas del WebTutor para el curso correspondiente.

CURSO 1997/1998 (n = 83)					
Materia/Prueba	Media	Mediana	D. Típica	Rango	Rango Intercuartílico
Selectividad (S)	7,66	7,65	0,49	6,00-8,92	7,31-8,00
Física WebTutor (FW)	3,19	3,00	1,85	0,00-8,00	2,00-5,00
Matemáticas WebTutor (MW)	2,08	2,00	1,45	0,00- 6,00	1,00-3,00
Química WebTutor (QW)	4,09	4,00	1,82	0,00-9,00	3,00-5,00
Curso 1998/1999 (n = 247)					
Materia/Prueba	Media	Mediana	D. Típica	Rango	Rango Intercuartílico
COU (C)	8,06	8,00	0,72	5,93-10	7,60-8,64
Selectividad (S)	7,08	7,00	0,77	5,00-9,11	6,60-7,56
Física WebTutor (FW)	2,98	3,00	1,94	0,00-8,00	1,50-4,00
Matemáticas WebTutor (MW)	2,12	2,00	1,58	0,00- 8,00	1,00-3,00
Química WebTutor (QW)	4,06	4,00	1,90	0,00-9,00	3,00-5,00
Dibujo WebTutor (DW)	4,52	5,00	2,10	0,00-9,00	3,00-6,00
Curso 1999/2000 (n = 94)					
Materia/Prueba	Media	Mediana	D. Típica	Rango	Rango Intercuartílico
COU (C)	8,20	8,17	0,65	6,93-9,70	7,90-8,80
Selectividad (S)	7,46	7,53	0,82	6,00-9,24	6,91-7,94
Física WebTutor (FW)	2,89	2,67	2,29	0,00-9,00	1,00-4,33
Matemáticas WebTutor (MW)	1,96	1,83	1,74	0,00- 7,00	0,40-2,60
Química WebTutor (QW)	3,63	4,00	2,55	0,00-8,50	1,00-6,00
Dibujo WebTutor (DW)	4,08	4,74	2,52	0,00-9,00	2,00-6,00
Física Selectividad (FS)	8,01	8,50	1,66	4,30-10	7,00-9,30
Matemáticas Selectividad (MS)	7,49	7,50	1,84	3,50-10	6,00-9,00
Química Selectividad (QS)	6,99	7,25	1,86	2,00-10	5,80-8,00
Dibujo Selectividad (DS)	7,20	7,65	1,96	2,50-10	5,80-8,80

TABLA 2. Estadística descriptiva de las calificaciones obtenidas en las distintas pruebas para los cursos 1997-1998, 1998-1999 y 1999-2000.

Las observaciones más destacables son:

1. La calificación media de COU es sensiblemente mayor (entre medio punto y un punto) que la calificación media de la prueba de Selectividad.

2. La calificación de Selectividad y las calificaciones por materias de la misma son manifiestamente más altas que las calificaciones de examen del WebTutor (hasta algo más de cinco puntos en Matemáticas y Física y tres puntos en Química y Dibujo Técnico). Estos resultados se pueden interpretar de varias formas:
 - El nivel intrínseco de dificultad de las preguntas del sistema WebTutor es superior a las pruebas de Selectividad.
 - A diferencia de lo que ocurre con las pruebas de Selectividad, el alumno no se ha preparado expresamente para el tipo de examen del WebTutor con preguntas de tipo test o solución numérica exacta y utilización de un ordenador para realizarlo. Además, la prueba del WebTutor se ha realizado a final del mes de septiembre, tras el periodo estival de vacaciones.
 - Como el resultado del examen del WebTutor no tiene efecto académico alguno, la motivación del alumno durante su realización puede disminuir.
3. El valor del rango obtenido en los resultados del examen WebTutor nos indica que hay preguntas que ningún alumno resuelve, por lo que su contenido informativo es nulo. Este efecto es especialmente acusado en la prueba de Matemáticas donde 4, 2 y 3 preguntas en cada evaluación de los cursos 1997/98, 98/99 y 99/00, respectivamente, no se resuelven nunca.
4. El rango intercuartílico proporciona información sobre el comportamiento de las observaciones centrales. En las calificaciones de Matemáticas de la prueba del sistema WebTutor, la concentración de éstas es especialmente acusada: su valor no es, en ningún caso, superior a 2,2 puntos.

4.3. Coeficiente de correlación y diagrama de dispersión

El *coeficiente de correlación* indica el grado de relación lineal entre dos variables, y varía entre -1 y 1, es decir, valores altos en módulo indican que una variable proporciona información sobre la otra, y viceversa. La correlación es positiva cuando, en promedio, si una variable crece, la otra también lo hace. La correlación es negativa cuando, en promedio, si una variable crece, la otra decrece.

En la Tabla 3 se presentan las matrices de correlación entre las diferentes materias para cada curso. Estas matrices son simétricas, es decir, por ejemplo, la correlación entre la calificación de Química del WebTutor y la de Selectividad es la misma que entre Selectividad y Química del WebTutor. Por esta razón sólo aparecen números en la mitad de la tabla, los asteriscos que aparecen en ella indican este comportamiento recíproco.

Los valores numéricos en **negrita** resaltan las correlaciones entre las calificaciones de las pruebas de las distintas materias del sistema WebTutor y la calificación media de Selectividad y entre las calificaciones del WebTutor y las calificaciones individuales de las materias correspondientes de Selectividad.

Los coeficientes de correlación entre la calificación media de Selectividad y las distintas calificaciones del sistema WebTutor son bajos para todos los cursos, siendo la más alta de 0,29 (Selectividad-Física WebTutor correspondiente al curso 1999-2000). Esto indica que la calificación media de Selectividad y las calificaciones del WebTutor parecen contener distinta información.

Para el curso 1999-2000 también se dispone de las calificaciones de Selectividad desglosadas por materias. Al realizar un análisis de correlación entre las diferentes calificaciones de las materias del WebTutor con las correspondientes de selectividad se obtiene la misma conclusión, ya que la correlación más alta es 0,25 (Dibujo WebTutor-Dibujo de Selectividad).

Curso 1997/1998										
	C	S	FW	MW	QW	DW	FS	MS	QS	DS
S	—	1	0,24	0,11	-0,04	—	—	—	—	—
FW	—	*	1	0,39	0,29	—	—	—	—	—
MW	—	*	*	1	0,11	—	—	—	—	—
QW	—	*	*	*	1	—	—	—	—	—
Curso 1998/1999										
	C	S	FW	MW	QW	DW	FS	MS	QS	DS
C	1	0,40	0,08	0,17	0,12	0,12	—	—	—	—
S	*	1	0,13	0,24	0,24	0,10	—	—	—	—
FW	*	*	1	0,18	0,23	0,11	—	—	—	—
MW	*	*	*	1	0,25	0,24	—	—	—	—
QW	*	*	*	*	1	0,18	—	—	—	—
DW	*	*	*	*	*	1	—	—	—	—
Curso 1999/2000										
	C	S	FW	MW	QW	DW	FS	MS	QS	DS
C	1	0,58	0,24	0,08	-0,01	0,01	0,46	0,24	0,14	0,13
S	*	1	0,29	0,19	0,09	0,15	0,50	0,45	0,46	0,34
FW	*	*	1	0,20	0,28	0,35	0,24	0,30	0,19	0,04
MW	*	*	*	1	0,21	0,22	0,04	0,13	0,01	0,22
QW	*	*	*	*	1	0,22	0,04	0,12	0,21	0,19
DW	*	*	*	*	*	1	0,01	-0,02	0,08	0,25
FS	*	*	*	*	*	*	1	0,31	0,24	0,05
MS	*	*	*	*	*	*	*	1	0,34	0,09
QS	*	*	*	*	*	*	*	*	1	0,30
DS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1

TABLA 3. Matrices de correlación para las distintas materias de los cursos 1997/1998, 1998/1999 y 1999/2000.

En las Figuras 1-4 se representan los diagramas de dispersión para las calificaciones de las pruebas de Selectividad del WebTutor de las asignaturas correspondientes para el curso 1999-2000. Este tipo de gráficos es especialmente útil para revelar visualmente si existe o no relación entre dos variables. Cada punto de la gráfica representa el par de calificaciones (Selectividad-Webtutor) de un alumno en una asignatura determinada.

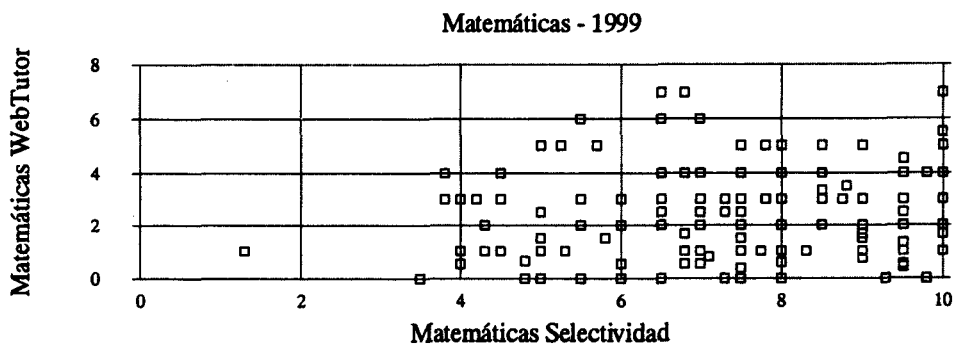


FIGURA 1. Diagrama de dispersión entre la calificación de Matemáticas de Selectividad y la calificación de Matemáticas de la prueba del sistema WebTutor en el curso 1999/2000.

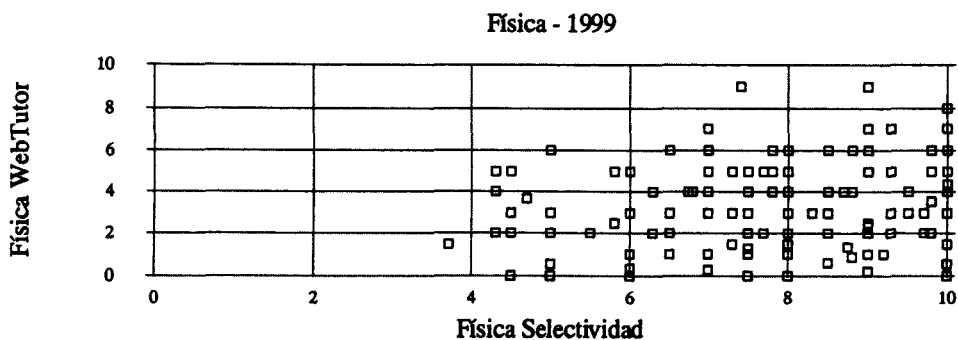


FIGURA 2. Diagrama de dispersión entre la calificación de Física de Selectividad y la calificación de Física de la prueba del sistema WebTutor en el curso 1999/2000.

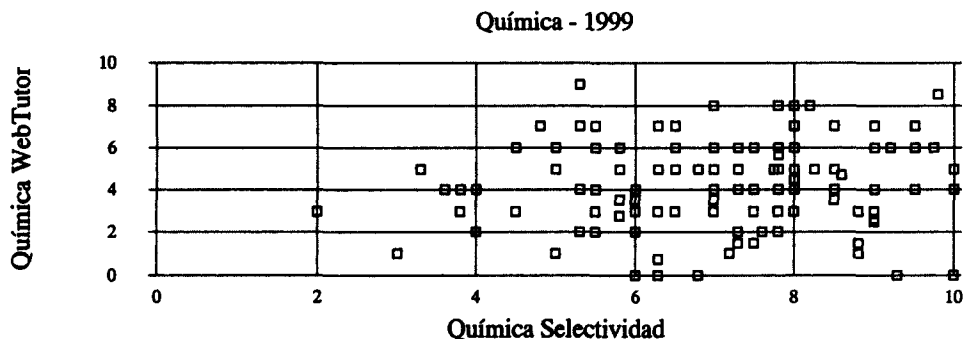


FIGURA 3. Diagrama de dispersión entre la calificación de Química de Selectividad y la calificación de Química de la prueba del sistema WebTutor en el curso 1999/2000.

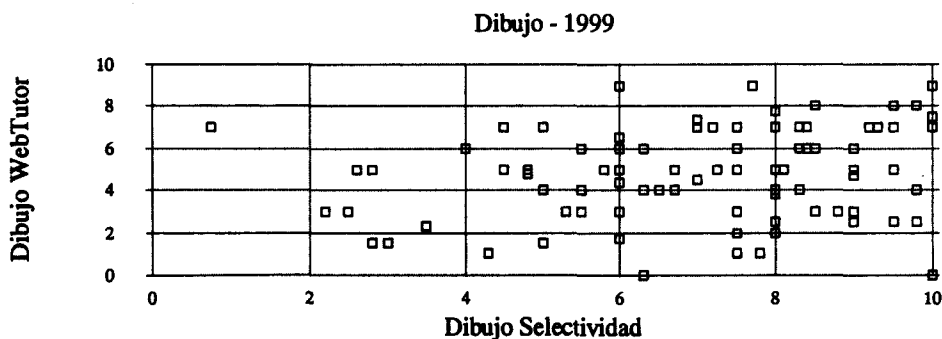


FIGURA 4. Diagrama de dispersión entre la calificación de Dibujo de Selectividad y la calificación de Dibujo de la prueba del sistema WebTutor en el curso 1999/2000.

4.4. Estadística descriptiva por sexo y tipo de centro educativo de procedencia

La Tabla 4 presenta la información de la media que aparece en la Tabla 1 segregada según el sexo (Varón-Mujer) o el tipo de centro educativo de procedencia (Privado-Público).

Curso 1997/1998 (n = 83)				
Materia/Prueba	Varones	Mujeres	Centro Público	Centro Privado
Selectividad (media)	7.60	7.78	7.60	7.70
Física WebTutor	3.27	3.05	3.23	3.17
Matemáticas WebTutor	1.98	2.24	2.09	2.07
Química WebTutor	4.29	3.75	4.27	4.00
Curso 1998/1999 (n = 247)				
Materia/Prueba	Varones	Mujeres	Centro Público	Centro Privado
COU (media)	8.06	8.09	8.13	8.02
Selectividad (media)	7.08	7.11	7.13	7.05
Física WebTutor	2.93	3.10	2.82	3.09
Matemáticas WebTutor	2.18	1.98	2.11	2.13
Química WebTutor	4.19	3.69	4.01	4.09
Dibujo WebTutor	4.62	4.31	4.71	4.40
Curso 1999/2000 (n = 94)				
Materia/Prueba	Varones	Mujeres	Centro Público	Centro Privado
COU (media)	8.21	8.19	8.46	8.06
Selectividad (media)	7.53	7.25	7.72	7.31
Física WebTutor	2.92	2.83	3.43	2.60
Matemáticas WebTutor	1.91	2.11	2.06	1.91
Química WebTutor	3.79	3.22	3.69	3.60
Dibujo WebTutor	3.87	4.63	4.07	4.09
Física Selectividad	8.09	7.80	8.44	7.77
Matemáticas Selectividad	7.64	7.09	7.58	7.44
Química Selectividad	7.08	6.78	7.28	6.84
Dibujo Selectividad	7.44	6.57	7.18	7.21

TABLA 4. Valores medios de las calificaciones obtenidas en las distintas pruebas para los cursos 1997-1998, 1998-1999, 1999-2000 según sexo y tipo de centro de procedencia.

Se observan algunas diferencias entre los valores medios para el tipo de centro de procedencia y el sexo, pero estas desigualdades no son estadísticamente significativas, como cabría esperar, ya que hay que recordar que el análisis se está restringiendo a un grupo de alumnos con habilidades homogéneas (buen expediente y orientación técnica).

A modo de ejemplo, en las Figuras 5-8 se presentan las distribuciones de frecuencias de la calificación de Matemáticas, Física y Química, respectivamente, de

la prueba del sistema WebTutor para el curso 1998/99 según el factor sexo. En la parte superior de las gráficas, se muestra la distribución de la calificación para los varones y en la parte inferior para las mujeres. Aunque existen ciertas diferencias entre ellas no se puede concluir que las calificaciones medias sean distintas.

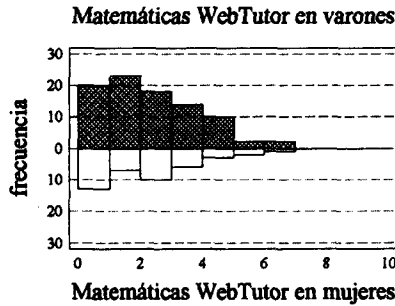


Figura 5. Distribución de frecuencias de las calificaciones de Matemáticas de la prueba del WebTutor en varones y mujeres para el curso 1998-1999.

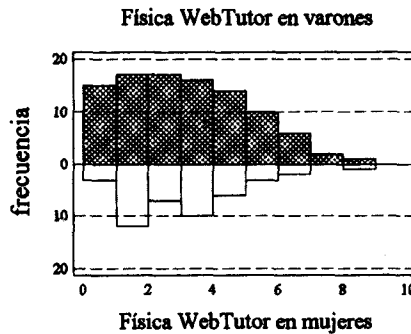


Figura 6. Distribución de frecuencias de las calificaciones de Física-WebTutor, 1998/1999.

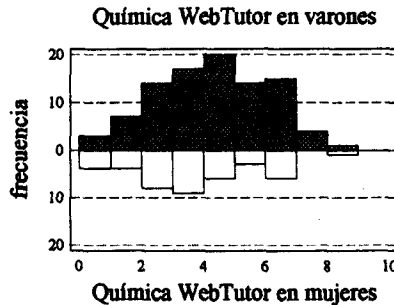


Figura 7. Distribución de frecuencias de las calificaciones de Química-WebTutor para el curso 1998-1999.

4.5. Análisis de la varianza para los factores sexo y tipo de centro educativo de procedencia

Se ha realizado un *análisis de la varianza* (técnica estadística que permite decidir qué factor influye en una variable) de las calificaciones obtenidas en las distintas asignaturas en la prueba del sistema WebTutor, con los factores Sexo y Tipo de Centro de procedencia, y se han obtenido como observaciones más relevantes las siguientes:

1. En el curso 1997/98, y en la calificación de Física, la interacción Tipo de Centro-Sexo es significativa. La interacción entre los factores Tipo de Centro-Sexo indica que el efecto del Sexo es distinto para el Centro Privado que para el Público aunque, en este caso, el resultado global hace que éste se neutralice por cancelación de efectos parciales. Es decir, globalmente no se puede decir que los varones obtengan calificaciones distintas de las mujeres, ni que en el colegio público se obtengan calificaciones distintas que en el privado.
2. En el curso 1998/99 y en las calificaciones de Física, se pueden considerar significativos el factor Tipo de Centro y la interacción Tipo de Centro-Sexo, siendo la calificación media más alta en las mujeres que en los varones.
3. En el curso 1998/99 y en la asignatura de Química se tiene que el factor Sexo es significativo, obteniéndose que la calificación media de los varones es superior a la de las mujeres.
4. Para el resto de los casos, ni el factor Sexo, ni el Tipo de Centro, ni la interacción entre ellos ha resultado significativo.

A continuación, se presentan las tablas de Análisis de la Varianza (ADEVA) para los casos de la asignatura de Física del curso 1997/98 (Tabla 5), la asignatura de Física del curso 1998/99 (Tabla 6), la asignatura de Química del curso 1998/99 (Tabla 7) y por último, como ejemplo de factores no significativos (o no influyentes), la asignatura de Matemáticas del curso 1997/98 (Tabla 8).

En este análisis, las tablas ADEVA son el resumen de tres contrastes que permiten decidir si los factores Sexo y el Tipo de Centro influyen, de forma individual o conjunta, sobre el valor medio de la calificación.

Para los contrastes, se realiza una descomposición de la variabilidad de las calificaciones de la asignatura según sus fuentes de variación:

- a) el efecto individual del factor Sexo,
- b) el efecto individual del factor Tipo de centro de procedencia,
- c) la interacción (efecto conjunto) entre los factores Sexo y Tipo de centro de procedencia y
- d) el efecto del resto de los factores no incluidos en el estudio.

A nivel práctico, un efecto se considera *significativo* si el nivel crítico es inferior a un valor α previamente establecido denominado *nivel de significación*. Los

valores de α más utilizados son 0,10; 0,05 y 0,01. En el análisis realizado se ha utilizado un valor α igual a 0,10.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F crítico	Nivel
<i>Efecto principal</i>					
A: Tipo de centro	0.70364	1	0.70364	0.20	0.6544
B: Sexo	8.21048	1	8.21048	2.35	0.1282
<i>Interacción</i>					
AB	22.6323	1	22.6323	6.48	0.0124
Residual	356.097	102	3	49115	
Total (corregido)	382.463	103			

TABLA 5. *Tabla de Análisis de la Varianza para Física correspondiente al curso 1997/98.*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F crítico	Nivel
<i>Efecto principal</i>					
A: Tipo de centro	11.2977	1	11.2977	3.05	0.0820
B: Sexo	0.0130077	1	0.0130077	0.00	0.9528
<i>Interacción AB</i>	13.0868	1	13.0868	3.53	0.0613
Residual	986.058	266	3.70698		
Total (corregido)	1003.49	269			

TABLA 6. *Tabla de Análisis de la Varianza para Física correspondiente al curso 1998/99.*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F crítico	Nivel
<i>Efecto principal</i>					
A: Tipo de centro	0.217345	1	0.217345	0.06	0.8068
B: Sexo	10.4017	1	10.4017	2.87	0.0915
<i>Interacción AB</i>	2.50644	1	2.50644	0.69	0.4065
Residual	946.245	261	3.62546		
Total (corregido)	963.213	264			

TABLA 7. *Tabla de Análisis de la Varianza para Química correspondiente al curso 1998/99.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F crítico</i>	<i>Nivel</i>
<i>Efecto principal</i>					
A: Tipo de centro	0.129066	1	0.129066	0.06	0.8127
B: Sexo	0.0166401	1	0.0166401	0.01	0.9322
<i>Interacción</i>					
AB	0.685535	1	0.685536	0.30	0.5853
Residual	231.089	101	2.28801		
Total (corregido)	231.798	104			

TABLA 8. *Tabla de Análisis de la Varianza para Matemáticas correspondiente a 1997/98.*

5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE FUTURA ACTUACIÓN

Se han analizado estadísticamente las calificaciones obtenidas en el examen WebTutor en los cursos 1997/98, 1998/99 y 1999/00 de las distintas materias para los alumnos de nuevo ingreso en el primer curso de la ETSII-UPM. Se ha estudiado la relación entre los anteriores resultados, la calificación global de Selectividad y las individuales de Selectividad correspondientes a cada materia del WebTutor empleando un análisis de correlaciones. Además, se ha analizado la influencia del sexo de los alumnos y del tipo de centro educativo de procedencia en la calificación obtenida en cada materia.

Las conclusiones más destacables son:

1. Las calificaciones medias de las pruebas de Selectividad son significativamente más altas que las obtenidas con el sistema WebTutor.
2. Algunas preguntas de las autoevaluaciones del sistema WebTutor no se contestan nunca, lo que hace que no se puedan considerar informativas en el análisis estadístico.
3. Los coeficientes de correlación entre las calificaciones obtenidas con la prueba del sistema WebTutor para las diferentes materias y las calificaciones correspondientes de las pruebas de Selectividad son bajas. Este resultado hace pensar que las calificaciones de una y otra prueba contienen diferente información.
4. Por último, en general no se observan diferencias significativas en las calificaciones de las distintas materias por los factores Sexo y Tipo de centro educativo de procedencia del alumno.

Como futuras líneas de actuación se subrayan las siguientes:

1. Aumentar la muestra de alumnos que realizan la prueba de auto-evaluación, ampliando el periodo de realización hasta después de comenzado el curso,

de forma que los profesores de cada asignatura animen a los alumnos para que lleven a cabo la auto-evaluación.

2. La realización de un análisis estadístico para estudiar los resultados académicos de los alumnos de nuevo ingreso en las diferentes asignaturas del primer curso universitario. Es de muy especial interés el análisis de correlación entre estos resultados y los de las calificaciones obtenidas en el curso pre-universitario, pruebas de Selectividad y resultados de la prueba de auto-evaluación realizada antes del comienzo del primer curso universitario.

6. AGRADECIMIENTOS

El sistema WebTutor ha sido desarrollado por la División de Informática Industrial de la ETSII-UPM con la subvención de la Sociedad de Amigos de la Escuela de Ingenieros Industriales. Las preguntas han sido preparadas por profesores pertenecientes a los departamentos de la ETSII-UPM, que imparten las asignaturas correspondientes al primer curso de la carrera de Ingeniería Industrial. Los autores de este trabajo quieren agradecer la colaboración del personal de la Secretaría, de los Laboratorios de Estadística e Informática Industrial y de los Departamentos de Matemáticas, Física, Química y Dibujo de la ETSII-UPM.

7. BIBLIOGRAFÍA

- CORONADO, S.; GARCÍA-BELTRÁN, A.; JAÉN, J.A. y MARTÍNEZ, R. (1998): WebTutor, a knowledge based system for evaluation and tutorship, *Tasks and Methods in Applied Artificial Intelligence Vol. II, Proceedings of IEA-98-AIE*, Junio 1998, 727-734
- GARCÍA-BELTRÁN, A.; JAÉN, J.A.; MARTÍNEZ, R. y CRIADO, J.A. (1998): WebTutor, a Self-Evaluation and Student Tracking System, *Proceedings of NAWEB'98, IV North American Web Conference, Fredericton, New Brunswick, Canadá*, Octubre 1998, 25-32
- GARCÍA-BELTRÁN, A.; JAÉN, J.A.; MARTÍNEZ, R. y CRIADO, J.A. (1998): Una herramienta para la autoevaluación y seguimiento de alumnos a través del servicio WWW, *Revista Profesorado*, 2, (2), 115-126.