

Sistema de evaluación automatizada de prácticas para Tecnología de Computadores

P. Pablo Garrido Abenza

Dpto. Física y Arquitectura de Computadores

Universidad Miguel Hernández

03.220 Elche (Alicante)

e-mail: pgarrido@umh.es

Resumen

Se presenta un sistema automatizado de evaluación de prácticas de la asignatura de Tecnología de Computadores de primer curso de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (ITIG), aunque es perfectamente aplicable a asignaturas similares de otras titulaciones.

Se basa en el uso combinado de dos herramientas software: *Simulín* y *SimulínEval*, las cuales permiten la realización de prácticas, y su posterior corrección de forma automatizada, respectivamente. El sistema también detecta los casos de plagio entre alumnos de forma sistemática, y proporciona estadísticas sobre la eficacia de las prácticas y el sistema de enseñanza del profesor. Ello se traducirá en una mayor calidad en la enseñanza y evaluación del alumnado, así como en una reducción del esfuerzo realizado por parte del profesor.

1. Motivación

Las prácticas que se realizan en Tecnología de Computadores de ITIG consisten en el desarrollo de circuitos digitales en orden creciente de dificultad, comenzando por el uso de las puertas lógicas básicas y el álgebra de Boole, continuando con circuitos combinatoriales más complejos, y finalizando con el diseño de circuitos secuenciales [1][2]. Para ello se utiliza un simulador lógico, es decir, no se trabaja con circuitos reales en entrenadores lógicos, dada su mayor dificultad, y su menor disponibilidad para el alumno.

Para su evaluación se optó por la corrección de las prácticas realizadas por los alumnos, frente a la realización de un examen escrito de prácticas. Esto es así porque se pretende evaluar, no sólo si el alumno sabe cómo se realizan determinadas tareas, sino también, si es capaz de aplicar tal aprendizaje de un modo práctico, y si ha desarrollado habilidades en el

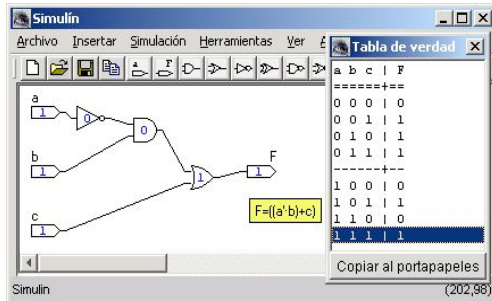
manejo de un software de simulación. Además, de este modo el alumno trabajará durante todo el cuatrimestre, sin jugárselo todo a una carta.

El proceso de evaluación requiere mucho tiempo del profesor, incluyendo la preparación de exámenes, corrección de exámenes, corrección de prácticas (y detección de plagios), realización de revisiones con los alumnos, firma de actas, etc. Todas estas tareas son obligaciones ineludibles del profesor, rutinarias, y que se repiten con mucha frecuencia. Una de las tareas más ingratas es, quizás, la corrección de prácticas, debido a la cantidad de tiempo necesario y a la elevada tasa de plagio encontrada. En la asignatura de Tecnología de Computadores, el porcentaje de alumnos que había realizado plagio en mayor o menor medida había llegado a superar el 90 % en alguna convocatoria.

En nuestro caso concreto, en el momento de la evaluación de las prácticas, el profesor se encuentra ante una enorme cantidad de circuitos lógicos a corregir. Además, basándose en experiencias de convocatorias anteriores, el profesor “sabe” que una buena parte de los alumnos habrá plagiado más o menos circuitos, los cuales habrán sido, más o menos “modificados” para intentar eludir su detección. Por último, el profesor también es consciente de que por mucho tiempo que le dedique a la detección de los plagios, siempre habrá casos no detectados, o que sean dudosos. En ocasiones, el profesor se ve en la obligación de aprobar a un alumno por existir una “duda razonable”, al no disponer de herramientas fiables.

Por otro lado, de forma manual sería muy costoso la obtención de datos y estadísticas que permitan evaluar la eficacia de las prácticas diseñadas, y el baremo aplicado para su evaluación.

Por tanto, todo estudio o trabajo que tenga como resultado la automatización de alguna de estas tareas, o reducción del tiempo necesario para ellas, siempre será bien recibido por cualquier profesor.

Figura 1: Imagen de *Simulín*

2. Simulín

El simulador lógico utilizado se denomina *Simulín* (Figura 1), y constituye uno de los dos pilares en los que se fundamenta el sistema que aquí se describe.

Simulín consiste en un simulador de circuitos digitales muy sencillo, desarrollado en el lenguaje de Programación Java [3]. Ello ha permitido migrar la aplicación a distintos sistemas operativos (Windows, Linux, Solaris, Mac OS X, ...), al ser Java un lenguaje multiplataforma. Además, el archivo ejecutable es muy pequeño, facilitando su descarga desde Internet. Todo ello lo hace muy accesible y apropiado para alumnos de primer curso, a los que se distribuye de forma gratuita.

La idea inicial para el desarrollo de *Simulín* fue la de interrelacionar las asignaturas de Programación Avanzada y Tecnología de Computadores [4]. Posteriormente se complementó con *SimulínEval* para la corrección automatizada y detección de plagios. Mientras que *Simulín* lo utilizan los alumnos, *SimulínEval* es de uso exclusivo del profesor.

3. SimulínEval

El uso de la herramienta anterior por sí sola, no nos aporta nada nuevo, ni tiene ventajas respecto a otras herramientas de simulación similares o, incluso, más completas. Sin embargo, al utilizar *Simulín* conjuntamente con esta segunda herramienta es cuando se obtienen los beneficios del sistema.

SimulínEval realiza básicamente tres funciones:

- **Puntuación** de las prácticas realizadas con *Simulín*, de acuerdo a un baremo previamente es-

tablecido.

- **Detección de plagios** entre los circuitos realizados por los alumnos, aunque se haya modificado totalmente su aspecto.
- **Generación de estadísticas** y comparativas para el análisis posterior de la eficacia del sistema de enseñanza y evaluación (baremo).

Lo primero que hay que hacer antes de utilizar *SimulínEval* es copiar los circuitos del profesor en un directorio concreto, y todas y cada una de las prácticas de los alumnos en directorios con su nombre. El nombre de los archivos que contienen los circuitos digitales deben ser unos nombres concretos, coincidiendo con los nombres de los archivos del profesor, los cuales se especifican claramente en los enunciados de las distintas prácticas. Una vez hecho esto, ya es posible ejecutar el proceso de corrección automatizada de forma totalmente desasistida, por lo que carece de importancia el número de alumnos, o cuántos circuitos tengan que realizar. Además, el tiempo requerido por la aplicación para ello no es significativo.

Los resultados quedarán registrados en archivos individuales por cada alumno con el máximo detalle, y en otro archivo general, en el que sólo aparecerán las notas de prácticas, notas finales, y porcentaje de copia de cada alumno. Una vez finalizado el proceso, el profesor tan sólo tiene que imprimir el archivo de notas, y colocarlas en el tablón oficial.

Seguidamente se explicará el mecanismo utilizado para la puntuación automática de las prácticas, para la detección de plagios, y para la generación de estadísticas para su análisis posterior.

3.1. Mecanismo de puntuación

La puntuación de los trabajos de los alumnos se basa en los criterios establecidos por el profesor, dando como resultado un baremo. En el caso de ser varios los profesores responsables de su evaluación, los criterios se podrán consensuar previamente. En cualquier caso, el baremo resultante será introducido en *SimulínEval* (Figura 2). En él se especifica el peso ponderado de cada una de las prácticas sobre la nota final, así como la puntuación de cada uno de los apartados, es decir, de cada uno de los circuitos lógicos que las componen.

Es importante destacar que este baremo será el que se aplique a todos los alumnos por igual, sin conocer

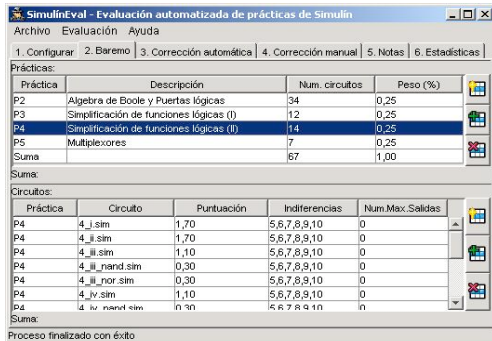


Figura 2: SimulínEval (baremo)

su nombre, sin atender a circunstancias personales, y sin disparidad de criterios entre los distintos profesores. Con este sistema, se eliminan estas fuentes de error al puntuar las prácticas, pues se aplicará un baremo basado en criterios previos, con objetividad y justicia.

El mecanismo para averiguar si un circuito lógico digital es correcto o no se basa en la obtención de su tabla de verdad, y su comparación con la tabla de verdad del circuito correspondiente realizado por el profesor. Es por esto por lo que el nombre de los archivos que contienen los circuitos de los alumnos, y el de los del profesor deben coincidir.

Cuando el alumno realiza un circuito con Simulín, una de las opciones de que dispone esta aplicación para su simulación es la obtención de la Tabla de Verdad equivalente, tal y como se puede observar en la Figura 1. Esta se muestra en modo texto, de tal manera, que el alumno puede, por ejemplo, copiar dicho texto al portapapeles y pegarlo en cualquier otra aplicación. Del mismo modo, mediante programación, es posible leer un circuito concreto de un alumno, obtener la cadena de texto que representa su tabla de verdad, y compararla con la cadena de texto de la tabla de verdad del circuito del profesor, de tal manera que, si ambas cadenas de texto son idénticas, el circuito será correcto; en caso contrario, no lo será.

Algunos circuitos serán fruto de la simplificación de alguna función lógica utilizando el mecanismo de simplificación de mapas de Karnaugh. Con este mecanismo se obtienen funciones totalmente equivalentes a la original, aunque en aquellos casos en los que se hace uso de *indiferencias* (X), diferentes agrupa-

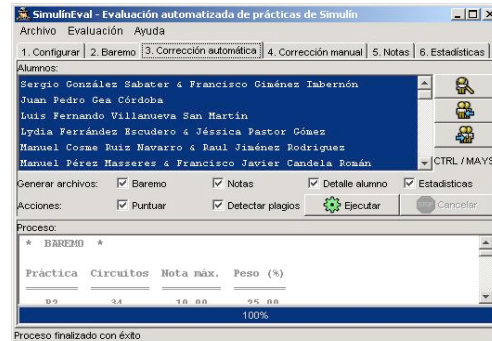


Figura 3: SimulínEval (corrección automatizada)

ciones en la tabla de Karnaugh pueden producir funciones distintas en las que coincidan todos los valores de la tabla de verdad, salvo las combinaciones indiferentes. Puesto que cada alumno realizará agrupaciones distintas, consiguiendo una mayor o menor simplificación de la función lógica, la tabla de verdad podrá ser diferente de la del profesor. Por ello, la aplicación también contempla esta situación. En la Figura 2 se puede observar que en el baremo se especifica también una lista opcional para cada circuito con las combinaciones indiferentes; cuando se compare la tabla de verdad del alumno con la del profesor, se ignorarán las combinaciones enumeradas, debiendo coincidir el resto de combinaciones.

Una vez establecido el baremo, ya es posible realizar el proceso de corrección automatizada. En la Figura 3 se puede observar la lista de alumnos seleccionados con los que se va a proceder a ejecutar el proceso de evaluación, y dónde se informa de su progreso. Durante el desarrollo del mismo se obtienen datos sobre los resultados de cada alumno, los cuales se almacenan en un archivo individual para cada uno de ellos. Estos incluyen la nota de cada circuito, la nota de cada práctica, y la nota final, así como otros datos estadísticos como el número de circuitos correctos, incorrectos, no realizados, porcentaje de plagio, tiempo dedicado a cada circuito, etc.

Además, la aplicación también genera un archivo con el resultado de la evaluación global, en el que aparecen resumidas las notas de cada alumno (parciales de cada práctica y final), así como el porcentaje de plagio realizado. Esta información también se puede analizar desde la aplicación (Figura 4); selec-

Alumno	P2	P3	P4	P5	Final	% copia
Germán Múelo Terrés S. Julio Moreno	0,00	7,70	9,30	10,00	6,95	0,00
Francisco Norfés Belmonte	9,55	10,00	4,00	10,00	7,84	0,00
Francisco Javier Grao Anorte	7,30	9,50	0,00	5,50	5,57	0,00

Práctica	Nota	Circuitos	Circuitos copiados	% Nota Copias
P2	6,95	34	0 (0,00 %)	0,00 %
P3	10,00	12	0 (0,00 %)	0,00 %
P4	4,00	14	0 (0,00 %)	0,00 %
P5	10,00	7	0 (0,00 %)	0,00 %
Totales	7,84	67	0 (0,00 %)	0,00 %

Figura 4: *SimulínEval* (notas)

cionando un alumno en la tabla superior, nos aparece el detalle de su evaluación en la parte inferior.

Por último, la aplicación también contempla casos excepcionales, para “humanizar” un poco las notas obtenidas, teniendo en cuenta posibles tipos de errores cometidos frecuentemente, con el objeto de asignar una parte de la nota correspondiente, según el caso. Por ejemplo, un error muy frecuente ocurre cuando se pide implementar un circuito equivalente a una función lógica, utilizando sólo puertas universales (NAND o NOR). Para ello, hay que complementar dos veces cada término o la función completa (dependiendo de la función), y aplicar el teorema de DeMorgan. En estos casos, es bastante habitual encontrarse circuitos a los que les falta la negación de la salida final, aunque el resto del circuito es correcto, obteniendo, por tanto, una tabla de verdad totalmente inversa de la que debería obtenerse: los 1’s de la salida son 0’s, y viceversa. En el baremo inicial se puede establecer que se le otorgue la mitad de la nota establecida a dicho circuito, por ejemplo. Del mismo modo, se pueden contemplar algunos otros casos, para intentar conseguir una evaluación más real del alumno, que no anule por completo un circuito que “casi” es correcto. Una ventaja adicional es que se puede utilizar los circuitos de cursos anteriores como banco de pruebas de los nuevos casos especiales, antes de su aplicación definitiva en el curso actual.

3.2. Mecanismo de detección de plagios

La idea para detectar si un circuito de un alumno ha sido plagiado de otro compañero consiste en comparar de forma exhaustiva cierta información “oculta”

de dicho circuito con la del resto de alumnos. Cuando un alumno utiliza *Simulín* para diseñar sus circuitos digitales y los graba en un archivo, además de almacenarse toda la información necesaria para el circuito (posición de cada una de las puertas lógicas, conexiones entre ellas, etc.), también se graba cierta información “oculta”, de forma transparente para el alumno. Esta información se actualiza cada vez que el alumno graba de nuevo el circuito. Posteriormente, se podrá extraer esta información para realizar las comparaciones.

Simplemente con almacenar la fecha/hora de grabación sería suficiente, pues se almacena con una precisión de hasta el milisegundo; es prácticamente imposible que dos alumnos hayan grabado un mismo circuito, en el mismo instante (ms), y más aun, si aparecen otras coincidencias en ese o en cualquier otro circuito. Adicionalmente, se podría incluir también cierta información extraída del computador en el que se ha creado el circuito, tal como el nombre de usuario, nombre del equipo, nombre del grupo de trabajo, etc. En nuestro caso, sólo se almacena la fecha/hora de grabación del circuito; cada vez que el alumno realice cualquier modificación sobre un circuito y grabe los cambios, se volverá a almacenar una nueva fecha/hora, junto con las anteriores. De esta manera, es posible conocer un histórico sobre cuántas veces y en qué instante se ha grabado un circuito.

Lo más habitual cuando un alumno copia las prácticas de otro compañero es que éste modifique totalmente la apariencia del circuito para intentar eludir la detección de la copia: cambiar la posición de los elementos del circuito, substituir las conexiones ortogonales por líneas rectas o viceversa, etc. Después, el alumno volverá a grabar el circuito, que será el que entregará al profesor totalmente convencido de que será imposible detectar la copia, pues no se parece en nada al original. Sin embargo, en dicho circuito se almacenará la nueva fecha/hora de grabación, además de todas las anteriores. El programa *SimulínEval* detectará que las “n” primeras veces en las que ambos circuitos se grabaron coinciden exactamente, sin importar si el alumno ha modificado el aspecto o no. Este circuito será marcado como “plagio”, y así constará en el archivo individual de corrección del alumno, puntuando 0.0. Además, en dicho archivo se registrarán cuántos circuitos han sido copiados, su porcentaje, a qué hora, en qué computador, etc. Si el porcentaje de circuitos que han sido plagiados en una práctica

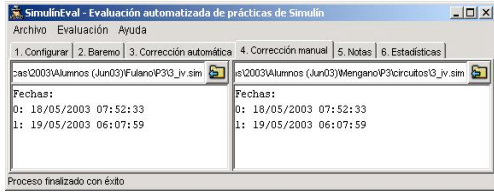


Figura 5: SimulínEval (corrección manual)

es superior a un valor establecido previamente en el baremo, la práctica completa será puntuada con un 0.0, pudiendo ser motivo suficiente para el suspenso. Al igual que se ha expuesto en el mecanismo de puntuación, se puede apreciar que el sistema es “tolerante” hasta cierto punto respecto a los plagios; el nivel de tolerancia lo establecerá el profesor.

Muchos alumnos han venido a revisión de prácticas “indignados” por aparecer “COPIA: 57,21 %” como su nota de prácticas, negando haber realizado plagio. SimulínEval incluye una opción muy útil para estos momentos, pues permite comprobar y demostrar el plagio de forma manual, delante del alumno o del Defensor Universitario, si llegara el caso (Figura 5). Se trata de una ventana dividida en dos partes: en la izquierda aparecen los datos “ocultos” de uno de los circuitos supuestamente plagiados del alumno que está reclamando, mientras que en la derecha, nos aparecen los datos de ese mismo circuito de otro alumno, del cual ya hemos detectado copia previamente durante el proceso de corrección automatizada. El propio alumno podrá comprobar el plagio observando los instantes de grabación de ambos circuitos. El profesor no se basará ahora en términos de “sospechas” o “dudas razonables”, sino en términos de “certeza”.

3.3. Mecanismo de análisis

La evaluación del aprendizaje no sólo permite al profesor comprobar los conocimientos aprendidos y destrezas alcanzadas por los estudiantes, sino que, además, aporta al profesor información importante para comprobar la eficacia del método de enseñanza utilizado y mejorar la calidad de su docencia, de las prácticas a realizar, o del baremo establecido, según la propia experiencia.

Toda evaluación, y, en concreto, la obtención de datos estadísticos, debe basarse en una buena infor-

Valores	Categoría
0.00 a 0.15	Muy difícil
0.16 a 0.39	Difícil
0.40 a 0.60	Dificultad media
0.61 a 0.84	Fácil
0.85 a 1.00	Muy fácil

Cuadro 1: Categorías Índice Dificultad

mación, que sea válida y fiable. Cuando esta tarea se realiza de manera manual y se trabaja en un entorno muy masificado, se debe recurrir a técnicas más o menos aproximadas con la finalidad de reducir la población de muestreo, como por ejemplo, considerar sólo aquellos alumnos que más nota han sacado (grupo superior) y los que menos han sacado (grupo inferior). Puesto que este sistema utiliza una herramienta informática, se considera siempre toda la población, por lo que los resultados se ajustarán más a la realidad.

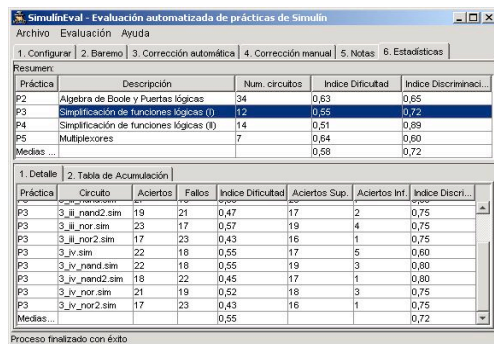
En este aspecto, SimulínEval también es de una gran ayuda, proporcionando notas medias, porcentajes, y comparativas entre las prácticas de todos los alumnos para calcular diversos índices, como el índice de dificultad e índice de discriminación de las prácticas realizadas. Estos datos estadísticos se deberán analizar y valorar posteriormente, para la mejora de futuras ocasiones evaluadoras.

En relación con estos últimos, los índices estadísticos que se obtienen son los siguientes:

- **Índice de dificultad:** informa sobre el nivel de dificultad de una prueba concreta. Cuantos más alumnos la realicen correctamente, más fácil será; al contrario, cuantos más alumnos la realicen de forma incorrecta (o no la realicen), más difícil será. En este sistema se han considerado las categorías de el cuadro 1, aunque éstas pueden modificarse.
- **Índice de discriminación:** informa si una prueba es capaz de asignar más puntuación a los alumnos que “más saben” que a los que “menos saben”; a la inversa sería absurdo. En este caso, las categorías más aceptadas [5] son las especificadas en el cuadro 2. La evaluación debe ser discriminadora, por lo que los valores más deseables son los más altos.

Valores	Categoría
-1.00 a 0.00	Absurdo
0.01 a 0.20	Malo
0.21 a 0.30	Regular
0.31 a 0.40	Bueno
0.41 a 1.00	Muy bueno

Cuadro 2: Categorías Índice Discriminación



Proceso finalizado con éxito

Práctica	Descripción	Num. circuitos	Índice Dificultad	Índice Discriminac...
P2	Álgebra de Boole y Puertas lógicas	34	0,63	0,65
P3	Simplificación de funciones lógicas (I)	12	0,53	0,72
P4	Simplificación de funciones lógicas (II)	14	0,51	0,69
P5	Multiplexores	7	0,64	0,60
Medias ...			0,58	0,72

Práctica	Circuito	Aciertos	Fallos	Índice Dificultad	Aciertos Sup.	Aciertos Inf.	Índice Discr...
P3	3_ii_nand2.sim	19	21	0,47	17	2	0,75
P3	3_ii_nor.sim	23	17	0,57	19	4	0,75
P3	3_ii_nor2.sim	17	23	0,43	16	1	0,75
P3	3_iv.sim	22	18	0,55	17	5	0,60
P3	3_iv_nand.sim	22	18	0,55	19	3	0,80
P3	3_iv_nand2.sim	18	22	0,45	17	1	0,80
P3	3_iv_nor.sim	21	19	0,52	18	3	0,75
P3	3_iv_nor2.sim	17	23	0,43	16	1	0,75
Medias...				0,55			0,72

Figura 6: *SimulínEval* (índices por circuito)

Estos índices se calculan para cada uno de los circuitos, así como la media en cada práctica, y la media global (Figura 6).

Así mismo, es de una gran ayuda la tabla de acumulación de resultados. Esta consiste en una tabla donde se clasifican los distintos circuitos en función de su nivel de dificultad y su índice de discriminación (Figura 7). Facilita la toma de decisiones referentes a qué circuitos o prácticas completas se deben conservar, mejorar, o eliminar.

4. Beneficios del sistema

Este sistema de evaluación se ha manifestado muy útil, no sólo para el profesor, sino también, para los alumnos.

4.1. Beneficios para el profesor

Tras dos cursos de utilización de este sistema, desde el punto de vista del profesor se han apreciado claramente las siguientes ventajas:

Minimización del tiempo de evaluación: el tiempo dedicado a la corrección y detección de pla-



Proceso finalizado con éxito

Índice Discriminación	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Absurda
Muy fácil	0	0	0	0	0
Fácil	0	0	0	0	0
Medio	0	0	0	0	0
Difícil	0	0	0	0	0
Muy difícil	0	0	0	0	0

Recomendación	Conservar	Conservar	Modificar	Suprimir	Suprimir		
Práctica	Circuito	Aciertos	Fallos	Índice Dific...	Aciertos S...	Aciertos Inf...	Índice Discr...
P3	3_ii.sim	25	15	0,62	19	6	0,65
P3	3_ii.sim	26	14	0,65	20	6	0,70
P3	3_ii.sim	26	14	0,65	20	6	0,70
P3	3_ii_nand s...	27	13	0,68	20	7	0,65

Figura 7: *SimulínEval* (tabla de acumulación)

gios en las prácticas con este sistema es prácticamente nulo. Anteriormente, el tiempo necesario para ambas tareas oscilaba entre 1 y 2 semanas por convocatoria, dependiendo del número de alumnos, sin mencionar los errores que, a ciencia cierta, se cometieron al realizar todo ello de forma manual.

Drástica reducción de plagios: la aplicación de este sistema para la detección de plagios ha conseguido reducir drásticamente su número. Antes de su aplicación por vez primera, se informó al alumnado de la existencia de un sistema informatizado a tal efecto, lo que redujo el número de plagios, aunque no de una forma muy significativa; algunos alumnos no lo creyeron, plagiaron, fueron detectados, y suspendidos. Tras el primer año de aplicación, debido al hecho de que los alumnos repetidores que fueron “víctimas” de este sistema lo comunicaron a los nuevos alumnos, se produjo un efecto disuasorio altamente efectivo, llegando a cifras insignificantes. Hasta la fecha, no se ha producido la detección de una copia que no lo sea (positivos falsos); del mismo modo, tampoco se ha dejado una copia sin detectar, aunque lógicamente, esto es más difícil de demostrar.

Retroinformación: los datos de los resultados obtenidos de la evaluación de las prácticas, así como las distintas estadísticas generadas de forma automática, proporcionan al profesor una herramienta de gran valor para comprobar la eficacia de su método de enseñanza, evaluación o baremo, ya que toda esa información está basada en

realidades. Por ello, el profesor tendrá la oportunidad de reforzar sobre la marcha los puntos más débiles detectados de forma generalizada, y estudiar las modificaciones a realizar para futuros cursos académicos.

4.2. Beneficios para los alumnos

Este sistema de evaluación protege los derechos de los alumnos universitarios ante la evaluación de su aprendizaje, por reunir una serie de características deseables en todo sistema de evaluación [5]. De entre todas ellas podemos destacar las siguientes:

Válida: mide lo que se pretende, esto es, la aplicación práctica de ciertos objetivos teóricos.

Fiable: los datos extraídos de la evaluación están exentos de error, tanto en la calificación como en la detección de plagios. Si se repitiera el proceso automático de evaluación obtendríamos exactamente los mismos resultados, y además, no depende del criterio de distintos profesores.

Justa: se aplica un mismo baremo a todos los alumnos de forma automática, ignorando su nombre, y sin dar lugar a opiniones o interpretaciones de los profesores. Estas ya se habrán tenido en cuenta para establecer los criterios de forma consensuada.

Planificada: por el hecho de tener que establecer un baremo para cada una de las prácticas, el alumno podrá tener información con la suficiente antelación referente a las prácticas a realizar, plazos de entrega, peso ponderado de cada una de ellas, y todo el detalle que el profesor desee comunicar a los alumnos sobre la puntuación de los distintos apartados de cada práctica.

Criterial: el aprendizaje se califica según un criterio previamente establecido, con independencia de las circunstancias personales de cada alumno.

Variada: los trabajos prácticos que se evalúan forman parte de la evaluación global de la asignatura, ya que son el complemento de otras pruebas, como pueden ser, un examen teórico. Esto hace que el sistema de evaluación sea justo.

Orientadora: los alumnos podrán entregar las prácticas periódicamente, y éstas serán evaluadas en

breve plazo gracias a la corrección automatizada. Esto permitirá utilizar los datos obtenidos para informar al alumno de los errores cometidos y aportarle consejos de mejora de forma individualizada.

Comunicada: los alumnos podrán conocer el resultado de su evaluación de una forma rápida y detallada, tanto su calificación, como los posibles comentarios orientadores para la mejora en prácticas sucesivas.

5. Conclusión

Se ha presentado un sistema informatizado de evaluación de prácticas para la asignatura de Tecnología de Computadores, consistentes en el diseño de circuitos lógicos digitales utilizando un simulador lógico.

Las dos herramientas que dan soporte a este sistema son:

- *Simulín*: simulador de circuitos digitales de forma gráfica. Es utilizado por los alumnos para la realización de las prácticas.
- *SimulínEval*: aplicación para la evaluación de los circuitos digitales desarrollados con *Simulín*. Es utilizado exclusivamente por el profesor para la calificación de las prácticas, la detección de plagios entre alumnos, y la obtención de estadísticas sobre la eficacia del sistema de enseñanza, todo ello de forma totalmente automatizada.

El uso combinado de estas dos herramientas facilita enormemente la labor del profesor, liberándole de tareas tediosas y de gran consumo de tiempo, permitiéndole dedicar todo ese tiempo a mejorar su docencia.

Por otro lado, el sistema también beneficia al alumnado, pues proporciona un sistema de evaluación justo y basado en un criterio previamente establecido. El sistema tan sólo “perjudica” a aquellos alumnos que realicen plagio, lo cual también es justo.

Referencias

- [1] Roth, C.H., *Fundamentos de Diseño Lógico*, 5ª ed., Thomson, 2004, ISBN:84-9732-286-X.

- [2] Floyd, T.L., *Fundamentos de Sistemas Digitales*, 7ª ed., Prentice Hall, 2000, ISBN:84-205-2994-X.
- [3] Sun Microsystems, *Java Technology*, URL: <http://java.sun.com/>.
- [4] Garrido, P.P., Migallón, H.F., *Cómo motivar al alumnado entrelazando las asignaturas Programación Avanzada y Tecnología de Computadores*, IX JENUI, 2003, Págs. 357-362, ISBN:84-283-2845-5.
- [5] Contreras, E., *Derechos de los alumnos universitarios ante la evaluación de sus aprendizajes*, Revista Bordón, Vol. 47, N° 1, 1995.