

DRACO (DINÁMICAS DE REFUERZO EN EL APRENDIZAJE DE COMPILADORES) PARA LA ASIGNATURA PROCESADORES DE LENGUAJES UTILIZANDO TÉCNICAS DE GAMIFICACIÓN

Juan P. Caraça-Valente ¹, José L. Fuertes ¹, María Mira ² y Aurora Pérez ¹

1: Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software
E.T.S. Ingenieros Informáticos
Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: {jpvalente, jfuertes, aurora}@fi.upm.es

2: Ingenium Desarrollo Inteligente
e-mail: mmherrerros@yahoo.es

Resumen. Este artículo describe el Proyecto dirigido por el profesor Fuertes de la convocatoria 2018 de “Ayudas a la innovación educativa y a la mejora de la calidad de la enseñanza” de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) para mejorar la implicación de los alumnos en una asignatura de la E. T. S. de Ingenieros Informáticos empleando técnicas de gamificación en un sistema que permite al alumnado contestar cuestiones teórico-prácticas y autoevaluar su práctica de manera on-line, lo que redundará en su aprendizaje y en una mejora de las tasas.

Palabras clave: Absentismo, Desarrollo de TIC, Evaluación del desempeño, Gamificación

1. Introducción

La asignatura obligatoria “Procesadores de Lenguajes” (PL) del Grado en Ingeniería Informática (GII) y del Grado en Matemáticas e Informática en la E. T. S. de Ingenieros Informáticos de la UPM necesitaba aumentar la implicación de los alumnos para mejorar el proceso de aprendizaje y, consecuentemente, mejorar las tasas de la asignatura.

Para ello, se propuso DRACO (Dinámicas de Refuerzo en el Aprendizaje de COmpiladores), que es un sistema informático *on-line* de ayuda a la educación, que emplea técnicas y elementos de juegos, pero sin ser un juego. La hipótesis se basa en incluir elementos lúdicos en el aprendizaje, para motivar más al alumnado e impulsar su participación activa, realizando las prácticas durante el semestre.

2. Descripción del problema y planteamiento

La evaluación de la asignatura PL se divide en teoría y práctica, siendo necesario superar ambas por separado para aprobar la asignatura. La continuación natural de PL es la asignatura “Traductores de Lenguajes” (TL), optativa del GII con unas características similares, por lo que se ha incluido también en el estudio realizado.

	EFICIENCIA PL	ABSENTISMO PL	EFICIENCIA TL	ABSENTISMO TL
TEORÍA	54,2%	5,1%	64,4%	21,2%
PRÁCTICA	38,6%	51,8%	45,2%	52,9%
ASIGNATURA	35,7%	4,9%	42,3%	20,2%

Tabla 1. Tasas medias de eficiencia y absentismo en PL y TL en convocatoria ordinaria. Eficiencia=aprobados/matriculados. Absentismo=no presentados/matriculados. El absentismo en la asignatura mide los alumnos que no se han presentado ni a teoría ni a práctica

Desde el curso 10/11 hasta el 18/19, PL ha tenido 2.238 alumnos y TL 104 y sus tasas históricas se muestran en la Tabla 1. El objetivo del Proyecto de Innovación Educativa (PIE) es mejorar estas tasas, animando al alumnado de PL a realizar y entregar la práctica durante el semestre, mediante un sistema que les permite realizar diferentes tareas relacionadas con la asignatura. Por su complejidad y amplitud, DRACO lleva 6 años en desarrollo, y su diseño incluye los módulos recogidos en la Tabla 2.

MÓDULO	DESCRIPCIÓN
Central	Registro, acceso al sistema y al menú. Contiene las secciones de consulta: tablón de clasificaciones, puntos, perfil, ayuda, noticias...
Actividades	Cortas y sencillas, evalúan conocimientos y generan puntos; pueden establecer tiempos de respuesta. Actividades con respuesta única, múltiple, corta, larga, para ordenar...
Prácticas	Distintos supuestos prácticos para comprobar el funcionamiento de la práctica de PL
Profesor	Administra el sistema, creando actividades, configuraciones, etc. También recoge y analiza la información recopilada por el sistema sobre las acciones de los alumnos y muestra los resultados de una forma legible y resumida

Tabla 2. Módulos del sistema DRACO

3. Desarrollo y Resultados

Como el PIE actual abarca de febrero a noviembre y PL se imparte de septiembre a enero, se recogen los resultados de PL con DRACO antes de iniciar este Proyecto (fruto del anterior PIE) y los resultados de TL con el nuevo prototipo (febrero a junio).

El sistema fue puesto a disposición de los alumnos de PL en el primer semestre del curso 18/19. De los 434 alumnos matriculados, participaron 317. La Tabla 3 muestra el resumen de la actividad en este período (incluyendo el módulo de prácticas implantado durante este semestre), habiéndose registrado un incremento de alrededor de un 40% sobre la actividad del curso anterior.

EVENTOS	VALORES	EVENTOS	VALORES
<i>Login</i>	9606 veces (media: 30)	Tiempo medio dedicado a la resolución de una actividad	41"
Páginas visitadas	142922 (media: 450)	Número medio de participantes por actividad	129,66
Puntos obtenidos	489310 (media: 1543)	Tiempo para la resolución total de actividades	120h 54' (media: 22' 53")
Mínima puntuación	72	Grupos en analizador léxico	92
Máxima puntuación	4640	Comprobaciones del analizador léxico	129 (37 correctas)
Actividades realizadas	10497 (media: 33)	Grupos en analizador sintáctico	61
Puntuación media por actividad	7,0	Comprobaciones del analizador sintáctico	73 (50 correctas)
		Puntos obtenidos por las prácticas	47309 (media: 149)

Tabla 3. Uso de DRACO por los alumnos de PL entre septiembre de 2018 y enero de 2019

El sistema actualizado con las mejoras incluidas en este Proyecto (sin incluir la parte práctica que es exclusiva de PL) fue puesto a disposición del alumnado de TL en el segundo semestre del curso 2018/2019. De los 17 alumnos matriculados, 16 participaron en el sistema. La Tabla 4 muestra algunos datos de uso.

Para analizar el impacto de DRACO sobre el rendimiento de los alumnos en PL, la Tabla 5 muestra las medias de las notas obtenidas en teoría, práctica y en la asignatura (convocatoria ordinaria). Los usuarios de DRACO tienen una nota media superior en 0,7 puntos respecto a la media general, mientras que los no participantes tienen cerca de 2

puntos menos. Un análisis más detallado, indica que los que participan activamente (ganan más del 50% de los puntos) lograron un incremento en la nota de unos 2 puntos, mientras que los participantes esporádicos (no ganan la mitad de los puntos disponibles) no presentan apenas diferencias con la media general. En este curso se repite la tendencia de cursos previos, en los que el uso frecuente del sistema permite mejorar notablemente los resultados. En relación con el módulo de prácticas, probado por primera vez en este curso, también se ha visto que los alumnos con un uso habitual obtuvieron una nota superior en más de 2 puntos en la calificación de las prácticas.

EVENTOS	VALORES	EVENTOS	VALORES
Logín	805 veces (media: 50)	Actividades realizadas	509 (media: 31)
Páginas visitadas	7959 (media: 497)	Tiempo dedicado a la resolución total de actividades	7h 37" (media: 28' 33")
Puntos obtenidos	31293 (media: 1955)	Tiempo medio dedicado a la resolución de una actividad	55"
Mínima puntuación	80	Número medio de participantes por actividad	7,37
Máxima puntuación	7177	Puntuación media por actividad	6,45

Tabla 4. Uso de DRACO por los alumnos de TL entre febrero y junio de 2019

	TEORÍA	PRÁCTICA	ASIGNATURA
Todo el alumnado (434)	4,2	3,8	3,9
Alumnado participante (314)	4,9	4,5	4,6
Alumnado participante con más del 50% de puntos (106)	6,0	6,1	6,2
Alumnado participante con menos del 50% de puntos (208)	4,3	3,6	3,8
Alumnado no participante (120)	2,5	2,0	2,0

Tabla 5. Calificaciones medias obtenidas por el alumnado de PL

Debido a que el número de estudiantes en TL es reducido, no se puede repetir el estudio pues carece de relevancia estadística. Sin embargo, sirvió para evaluar las novedades introducidas fruto del último PIE (como los niveles y las medallas) que demostraron un adecuado funcionamiento e integración en la plataforma. La participación de los estudiantes permitió la detección de errores y problemas durante la ejecución de DRACO. El proceso iterativo de mejora y las sugerencias de los estudiantes ocasionaron, entre otros, los cambios mostrados en la Tabla 6. Los estudiantes valoraron esta herramienta de aprendizaje, de manera que el 98% de los alumnos que respondieron una pregunta abierta sobre la utilidad del sistema se mostraron favorables a su uso y consideraron que es beneficioso (Tabla 7).

MÓDULO	DESCRIPCIÓN
Central	<ul style="list-style-type: none"> Incorporación de insignias que se obtienen, por resolver actividades, iniciar sesión, realizar comprobaciones de las prácticas, acceder a ciertas páginas... Incorporación de niveles que permiten el acceso a nuevas actividades o funcionalidades del sistema.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> Nueva actividad de tipo secuencial, donde se proponen actividades pasadas de manera secuencial a modo de repaso, pudiéndose apostar puntos y multiplicarlos o perder parte de los ganados en esta actividad. Nueva actividad de revisión por pares, donde los propios alumnos deberán corregir las respuestas dadas por otros alumnos, con la supervisión del profesor.
Prácticas	<ul style="list-style-type: none"> Se han implementado los correctores del analizador semántico y de tabla de símbolos
Profesor	<ul style="list-style-type: none"> Gestión de insignias, niveles, nuevas actividades y nuevos correctores

Tabla 6. Principales modificaciones realizadas en los módulos del sistema

Desde el comienzo del curso 19/20, se está poniendo a disposición del alumnado de PL el sistema que incluye el módulo de prácticas actualizado durante el PIE. Este módulo permitirá a los alumnos comprobar el funcionamiento de la Tabla de Símbolos y

del Analizador Semántico de sus prácticas, ofreciendo (al igual que en los otros comprobadores) evaluadores automáticos que proporcionen un resultado inmediato, teniendo en cuenta que cada grupo de trabajo tiene una práctica distinta y puede incluir elementos opcionales, y que el diseño se ha realizado de forma genérica para permitir realizar modificaciones en el enunciado de la práctica en cursos sucesivos. En concreto, este curso, los estudiantes podrán evaluar su práctica utilizando las actividades:

- “Definición de *tokens*”: comprobación del diseño de *tokens* del Analizador Léxico
- “Análisis Léxico”: comprobación del funcionamiento de la 1ª fase de la práctica
- “Gramática Sintáctica”: comprobación de algunos aspectos de la gramática
- “Análisis Sintáctico”: comprobación del funcionamiento de la 2ª fase de la práctica.
- “Tabla de Símbolos”: comprobación de que los lexemas introducidos son correctos.
- “Análisis Semántico”: comprobación de los resultados de la 3ª fase de la práctica.

ASIGNATURA	OPINIÓN
PL	“Es útil para fijar lo dado en clase y, además, en los fallos se explica el porqué es un error, lo cual es útil de cara a entender cómo se resuelve el ejercicio.”
PL	“Es útil para ayudar al estudio continuado.”
PL	“Beneficia al estudiante y es muy interesante para el aprendizaje”
PL	“Es muy original y divertido. Me encanta la idea del ranking.”
PL	“El sistema es entretenido y te obliga a seguir el ritmo de las clases.”
TL	“El sistema me parece de gran ayuda para el estudio de la asignatura. Las actividades propuestas sirven para afianzar los contenidos estudiados a lo largo del semestre.”
TL	“Me parece una gran forma de potenciar el aprendizaje de los alumnos ya que es una manera de hacer que llevemos la materia al día.”
TL	“Este programa nos ayuda a llevar el temario más al día. Hace que nos leamos el tema para responder a las preguntas. Además, que el formato sea como una competición, donde vemos nuestra posición y la de los demás, hace que sea más entretenido.”

Tabla 7. Selección de las opiniones de alumnos participantes

En septiembre de 2019 se han iniciado las pruebas en PL con 436 estudiantes. En las 2 primeras semanas del curso se han registrado en DRACO más del 51%. Los resultados de este curso, con 2 nuevos tipos de actividades teórico-prácticas y 2 nuevas actividades de la práctica, estarán disponibles a partir de febrero de 2020.

4. Conclusiones

Dada la valoración que ha hecho el alumnado y la significativa mejora apreciada en los resultados obtenidos en las asignaturas, se está confirmando la hipótesis de que la gamificación es un complemento de gran ayuda para el aprendizaje de una asignatura al conseguir una mayor implicación del alumnado y lograr una mejoría de los resultados.

En curso 18/19 (aunque los correctores de la práctica estuvieron disponibles con no demasiado tiempo), se ha obtenido un incremento de un 9% en las prácticas entregadas con respecto al curso anterior. Se espera que las nuevas actividades de la práctica (que permiten comprobar el funcionamiento de todos los módulos de la práctica) y tenerlas disponibles desde el principio, incremente aún más la implicación del alumnado y ayude a evitar el abandono de la práctica.

Finalmente, la participación del propio alumnado en el desarrollo de DRACO le da un valor de diseminación de la cultura de uso de metodologías activas de aprendizaje. Forman parte de la historia de DRACO 24 alumnos. Su vía de participación ha sido diversa y múltiple: 10 prácticum, 13 TFG, 2 TFC, 3 TFM, 2 doctorandos, 7 becas y 2 voluntarios. Sirva esta mención como agradecimiento por su interés y su trabajo.