

# Retos y soluciones para una evaluación virtual más segura

Ingrid Noguera, Ana-Elena Guerrero-  
Roldán

Estudios de Psicología y Ciencias de la  
Educación  
Universitat Oberta de Catalunya  
Barcelona

{inoguerafr, aguerror}@uoc.edu

M. Elena Rodríguez, David Bañeres, M. Jesús  
Marco Galindo

Estudios de Informática, Multimedia y  
Telecomunicación  
Universitat Oberta de Catalunya  
Barcelona

{mrodriguezgo, dbaneres, mmarcog}@uoc.edu

## Resumen

En la formación semipresencial y virtual, la evaluación en línea representa uno de los mayores desafíos en lo que respecta a la identificación de estudiantes y la certificación en la autoría de sus trabajos. En la última década, está proliferando el uso de sistemas de seguridad, aunque su uso conlleva retos en el diseño de las actividades de evaluación. En este artículo se describe una experiencia docente de rediseño e implementación de un sistema de e-autenticación para incrementar la seguridad en la evaluación en línea. El sistema y la opinión de los diferentes actores se describe para dos asignaturas del Grado de Ingeniería Informática de la Universitat Oberta de Catalunya.

## Abstract

E-assessment in blended and virtual education has become one of the major challenges for checking the identity of the students and the authorship of the work they perform. In the past decade, the use of secure systems is widespread. However, the design of e-assessment activities is seriously affected when those systems are integrated. In this paper, an experience is described based on the integration of an e-authentication system for a secure assessment. Considerations about the design and implementation of the activities are also shown. The system and the opinion of the actors in the teaching-learning process are shown from two courses of the Computer Science Bachelor in the Universitat Oberta de Catalunya.

## Palabras clave

Evaluación en línea, identidad, autoría, diseño asignatura.

## 1. Motivación

Hoy en día, la enseñanza virtual está ganando cada vez más adeptos, sobre todo en el ámbito de la for-

mación terciaria. En la enseñanza presencial, está proliferando como complemento o soporte a las clases magistrales [7,14]. Este uso está contribuyendo al desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza semipresenciales como la clase invertida (*flipped classroom*) [8,12].

Como consecuencia, el uso de métodos de evaluación en línea también ha aumentado en los últimos años. La utilización de herramientas para la evaluación remota permite, entre otras ventajas, la automatización de algunos procesos de evaluación (p.ej. mediante cuestionarios [4], tutores inteligentes [2], jueces de programación [10]). Como consecuencia, los profesores pueden dedicar más tiempo a ofrecer un *feedback* personalizado a los estudiantes. Sin embargo, la falta de confianza en la capacidad de los sistemas de evaluación en línea para ofrecer un entorno seguro para la evaluación de los estudiantes, unido con las carencias de la tecnología para apoyar procesos de evaluación formativa, hace que los exámenes presenciales sigan teniendo una posición predominante en la evaluación tanto semipresencial como virtual.

Aunque en los exámenes presenciales también tienen un alto riesgo de deshonestidad académica entre los estudiantes, está socialmente extendida la creencia que la evaluación en línea es menos “segura” que la presencial en el sentido que es más difícil comprobar la identidad de los estudiantes y la autoría de las actividades. Esta misma percepción es compartida por las agencias de calidad. En el momento de definir las memorias de los grados en universidades virtuales se debe justificar cómo se realiza la evaluación final de las asignaturas y cómo se asegura la identidad y autoría.

En este artículo presentamos una experiencia docente donde se utiliza un sistema de e-autenticación para una evaluación en línea segura que permite mejorar la comprobación de la identidad de los estudiantes y la autoría de las actividades. Asimismo, describimos el proceso de integración de este sistema en las actividades de aprendizaje. Éstas han sido

rediseñadas con el fin de conseguir que el uso del sistema resulte natural, y casi imperceptible, para los estudiantes y no impacte negativamente en la realización de las actividades de evaluación. La experiencia se enmarca en dos asignaturas del Grado de Informática significativamente diferentes para demostrar que este sistema es aplicable en asignaturas con contenidos, actividades y modelos de evaluación diversos.

El artículo se estructura de la siguiente manera. La sección 2 presenta el contexto donde se enmarca la experiencia. La sección 3 introduce la metodología de implantación. En la sección 4 y 5 se describe el caso de estudio y la opinión de los profesores y estudiantes que utilizaron el sistema. Finalmente, en la sección 6, se discuten las posibilidades de este sistema para incrementar la seguridad en la evaluación en línea.

## 2. Contexto de la experiencia

Esta sección describe el contexto de la experiencia docente y el sistema de evaluación en línea que se utiliza. El sistema se está desarrollando en el marco del proyecto europeo TeSLA (*An Adaptive Trust-based System for Learning*). El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema de e-autenticación para la evaluación en línea que permita superar las limitaciones propias de la evaluación presencial (p. ej. barreras físicas y temporales). El proyecto TeSLA ofrece soporte tecnológico (sistema) y educacional (pautas sobre el uso de distintos instrumentos de seguridad para diferentes tipos de actividades de evaluación) para utilizar el sistema con cualquier propósito de evaluación (formativa y/o sumativa), cubriendo así todo el proceso de enseñanza-aprendizaje bajo unos criterios éticos y legales para el tratamiento de datos personales de los estudiantes.

El proyecto TeSLA está financiado por el programa de la Comisión Europea Horizon 2020 ICT compuesto por un consorcio de 7 universidades virtuales y semipresenciales, empresas especializadas en seguridad, criptografía y técnicas de reconocimiento biométrico y agencias de calidad. El sistema se está testeando en las diversas universidades del consorcio en diferentes pilotos con un incremento de número de estudiantes desde 500 en el primero hasta 14.000 en el último piloto. En esta ponencia se analizan dos asignaturas del Grado de Informática dentro del segundo piloto, en donde participaron más de 500 estudiantes por institución.

Para cumplir estos objetivos, el proyecto proporciona un sistema de evaluación en línea que incluye varios instrumentos de seguridad. Estos instrumentos se utilizan, en primer lugar, en las “actividades de registro” para capturar datos biométricos de los estudiantes. Y, en segundo lugar, en las diversas actividades de evaluación para contrastar los nuevos datos recogidos de los estudiantes y asegurar su

identidad y la autoría de los trabajos que éstos realizan. Los instrumentos que actualmente están disponibles en el sistema son:

- Reconocimiento facial (identidad) [13]: Se capturan imágenes del estudiante mediante la web-cam mientras realiza una actividad. Posteriormente estas capturas se comparan con un perfil biométrico del estudiante. Algunos ejemplos de actividades donde se puede utilizar este instrumento son: la grabación de un vídeo o actividades donde se monitoriza el comportamiento del estudiante mientras hace la actividad (p.ej. un cuestionario en línea).
- Reconocimiento de voz (identidad) [6]: Similar al instrumento anterior pero las capturas son en base a la voz. El funcionamiento es el mismo, pero en este caso las capturas se comparan con un perfil biométrico de voz. Actividades de vídeo relacionadas con debates, presentaciones en vídeo o aprendizaje de lenguas son los ejemplos más notables en este instrumento.
- Reconocimiento de patrones de teclado o *keystroke dynamics* (identidad) [11]: Mientras el estudiante escribe, se captura el ritmo de escritura en el teclado en base al tiempo de transición entre teclas y presión de las mismas. Este instrumento es adecuado en cualquier actividad en línea donde el estudiante debe escribir (p.ej. cuestionarios de preguntas abiertas, debates, o ensayos).
- Reconocimiento de estilo de escritura (identidad y autoría) [5]: Además de la forma de escribir mediante el teclado, a una persona también la identifica su estilo de escritura. Las construcciones gramaticales, las palabras que utiliza en mayor frecuencia, la ortografía o los errores ortográficos son particularidades de cada individuo. Este instrumento es también adecuado para las actividades descritas en el anterior punto.
- Detección de plagio (autoría) [9]: Este instrumento detecta si existe plagio entre todas las actividades entregadas. Actualmente, la comprobación se realiza mediante el análisis de texto, aunque en un futuro se espera ampliarlo al análisis de imagen y texto plagiado de la red (Internet). En este caso no hace falta un perfil del estudiante ya que simplemente se busca la similitud entre los contenidos de las actividades.

Nótese que el sistema se basa en dos condiciones necesarias:

1. El estudiante debe conocer de antemano la existencia del sistema y de sus particularidades. Se capturan datos biométricos de los estudiantes (datos privados) que permiten generar un perfil biométrico que los identifica. Por esta razón, los estudiantes deben firmar un consentimiento de

cesión de datos privados. En los diferentes pilotos que se están realizando la participación es voluntaria. Por lo tanto, los voluntarios firman un consentimiento legal para poder recoger y analizar sus datos.

2. El funcionamiento del sistema se basa en un perfil biométrico del estudiante. Idealmente este perfil se debería generar en el momento en que el estudiante se matricule en la universidad. En esta fase de pilotos se realiza durante las primeras semanas del curso para los estudiantes que han aceptado en participar a través de las “actividades de registro”.

Remarcar que los instrumentos se integran en las actividades de forma transparente para los estudiantes, es decir, los estudiantes no deben realizar ninguna acción adicional durante las actividades. Además, no es necesario que todos los instrumentos estén activos en todas las actividades. Es el profesor quien debe analizar el modelo de evaluación de su asignatura y definir qué actividades deben incluir instrumentos y qué instrumentos se deben seleccionar. Es decir, la intervención del profesor es clave para dar sentido, desde un punto de vista educativo, a la integración del sistema en las actividades de evaluación.

## 2.1. Infraestructura tecnológica

Los instrumentos definidos anteriormente se han incorporado a un sistema que permite instalarse fácilmente en un Moodle en forma de *plugin*. De esta forma, no se condiciona a la institución a utilizar una solución tecnológica privada para apoyar la evaluación en línea, sino que con un Moodle estándar se permite utilizar el sistema. En la Figura 1, se describe la infraestructura tecnológica del sistema.

La universidad tiene un Moodle estándar instalado localmente. En este Moodle, se instala el *plugin* TeSLA que permite incorporar esta capa de seguridad a las actividades de evaluación definidas en Moodle. Concretamente ofrece las siguientes funcionalidades:

- Firma del consentimiento de cesión de datos: para que el sistema funcione para un estudiante en concreto, éste necesita firmar un consentimiento informado. En él, se indica al estudiante que se recopilarán datos y que se procesarán para comprobar la autoría y la identidad. Mientras no esté firmado el documento, el sistema no permite realizar ninguna actividad. Es tarea de la universidad definir el protocolo de firma de este documento.
- Proceso de creación del perfil biométrico: el *plugin* ofrece la opción de creación del perfil biométrico del estudiante. Es importante que antes de iniciar el curso, todo estudiante tenga su perfil biométrico. Este proceso debería llevarse a cabo de forma presencial asegurando que la per-

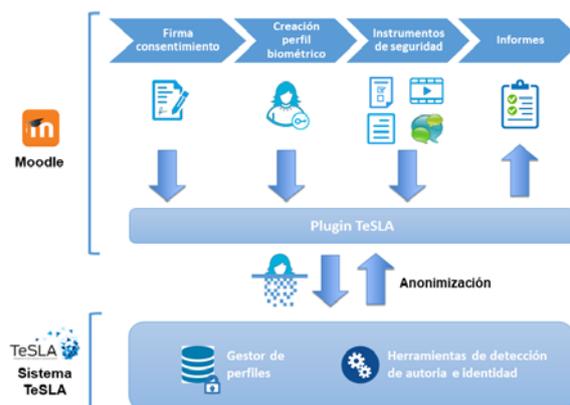


Figura 1: Infraestructura tecnológica de TeSLA

sona que crea el perfil es la persona matriculada. En caso de que este proceso no se haga con garantías, el sistema puede fallar en casos de suplantación de identidad.

- Instrumentos de seguridad: el *plugin* ofrece los instrumentos que se pueden instalar en las actividades ya existentes en el Moodle como cuestionarios, foros, tareas y también ciertas aplicaciones de terceros como grabación de vídeos *on-line* [3].
- Informes de resultados: el sistema ofrece informes y datos analíticos sobre los resultados a nivel de actividad y curso. El profesor obtiene resultados individuales y acumulados de los casos conflictivos en la detección de la identidad y autoría.

Destacar que el *plugin* no realiza ningún control sobre identidad o autoría, simplemente es un sistema de recolección que envía los datos al sistema TeSLA, tras haber informado al estudiante qué datos concretos se capturarán para la actividad. El sistema actualmente se encuentra en la nube donde guarda y procesa la información de las diversas universidades que utilizan el sistema. El sistema ofrece garantías de seguridad y privacidad sobre los datos ya que no tiene ningún dato identificativo de los estudiantes. Todos los estudiantes son anonimizados en el Moodle antes de enviar los datos al sistema central y es la universidad quien guarda la correspondencia entre los perfiles anónimos y los datos de los estudiantes.

Finalmente, nótese que el sistema TeSLA no realiza ninguna decisión sobre si hay fraude, simplemente expone resultados. Es potestad del profesor comprobar y decidir.

## 3. Metodología de implantación

Como se ha descrito en la sección anterior, la utilización del sistema TeSLA tiene unas implicaciones respecto al diseño de la evaluación. Debe realizarse un análisis previo de las actividades, de los criterios

de evaluación y determinar qué se quiere comprobar (identidad y/o autoría) en cada actividad.

Aunque el sistema se podría utilizar sin este análisis previo activando todos los instrumentos en todas las actividades, no es recomendable. La adaptabilidad del sistema permite repensar los modelos de evaluación en línea e incluso promover el rediseño de las actividades ya existentes.

Los pasos para la implantación se describen a continuación:

- Analizar el modelo de evaluación de la asignatura. En este momento es importante comprobar si el modelo de evaluación es el adecuado para la asignatura. Aunque el sistema permite dar soporte a cualquier modelo de evaluación (evaluación formativa y/o sumativa) puede ser que el modelo existente haya sido determinado previamente por las propias limitaciones de la tecnología para identificar a los estudiantes y comprobar la autoría de sus trabajos. Por ejemplo, podemos tener una asignatura donde se combina la entrega continuada de actividades con exámenes parciales y/o finales. Estos exámenes sirven para comprobar la adquisición individual de conocimientos de cada estudiante y contrarrestar la falta de certeza de que las actividades de evaluación continua se hagan de forma individual. En este caso, se podría cambiar a un modelo solo de evaluación continua si se puede comprobar la identidad y autoría en cada una de las actividades.
- Definir las actividades de evaluación. El siguiente paso consiste en definir las actividades. La redefinición del propósito de evaluación conlleva repensar también las actividades (p.ej. cantidad de actividades, tipología de preguntas, objetivos a evaluar).
- Asignar los instrumentos a las actividades que requieren un control de autoría y/o identidad. Nótese que la activación de instrumentos se puede hacer a nivel de actividad o a nivel de pregunta, ya que una actividad puede tener preguntas de diferente tipo en las cuáles un tipo de instrumento puede ser más adecuado que otro.

Aunque puede parecer un trabajo laborioso a nivel de diseño de asignatura, en muchos casos el impacto es mínimo. Es decir, los instrumentos tienen un alto grado de adaptabilidad y hay casos en que la integración en las actividades ya existentes es prácticamente automática.

En el siguiente apartado se describen dos casos de implantación del sistema en el segundo piloto para el Grado de Ingeniería Informática. Las asignaturas son “Fundamentos de Computadores” y “Competencias Comunicativas para profesionales de las TIC” con contenidos y tipos de actividades diferentes. Mediante estos casos se pretende reflejar el proceso docente de integración del sistema y, posteriormente, su

impacto a través de las opiniones de los estudiantes y profesores.

## 4. Casos de estudio

Para comprobar la opinión de los usuarios finales, durante el semestre de primavera del 2017 (segundo piloto) se utilizó el sistema en dos asignaturas del Grado de Informática de la Universitat Oberta de Catalunya. En estas dos asignaturas se aplicó la metodología de implantación descrita en la sección anterior. Con relación al flujo de ejecución del piloto se siguieron los pasos descritos en la subsección 2.1. En este apartado describimos el proceso de rediseño de las actividades de evaluación de las asignaturas.

### 4.1. Fundamentos de computadores

Esta asignatura tiene por objeto establecer los fundamentos en el conocimiento de los sistemas digitales y estructura de computadores. Al finalizar la asignatura, el estudiante debe conocer los sistemas de numeración, los circuitos combinatoriales y secuenciales y las máquinas de estados.

El modelo de evaluación combina evaluación continua (EC) y sumativa donde existen tres actividades de EC, una práctica y un examen final. Las tres actividades y la práctica son actividades virtuales mientras que el examen final es presencial. Las actividades se basan en la resolución de problemas. Éstas incluyen ejercicios de utilización de los diversos sistemas de numeración (p.ej. cambios de base, operaciones), diseño de circuitos digitales y máquinas de estado.

Dado que el modelo de evaluación viene definido en la memoria del Grado y no permite cambios a corto plazo, el sistema TeSLA no se ha aplicado en el examen final. Tal como se puede ver en el Cuadro 1, los instrumentos que se han seleccionado son: reconocimiento de patrones de teclado, reconocimiento facial y reconocimiento de voz. El reconocimiento del estilo de escritura y plagio se consideró que no eran adecuados para esta asignatura. Las actividades tienen muchas imágenes (p. ej. circuitos y máquina de estados), tablas y fórmulas. Por esa razón estos instrumentos darían muchos falsos positivos.

En el proceso de rediseño, solo algunas de las preguntas que iniciaban las actividades de resolución de problemas cambiaron para adaptarse a los instrumentos. En la segunda y tercera actividad de evaluación continua y en la práctica se añadieron preguntas de respuesta abierta para que el estudiante describiera textualmente la resolución específica de algún ejercicio y pudiese aplicarse el reconocimiento de patrones de teclado.

En las diferentes actividades, se adaptaron de diferente forma los ejercicios. En la segunda actividad de evaluación continua, había dos preguntas cortas de

Actividad evaluable	Ejercicio	Reconocimiento facial	Reconocimiento de voz	Reconocimiento de patrones de teclado	Reconocimiento de estilo de escritura	Plagio
Segunda actividad de EC	Pregunta abierta			✓		
Tercera actividad de EC	Pregunta abierta			✓		
	Grabación vídeo	✓	✓			
Práctica	Pregunta abierta	✓		✓		

Cuadro 1. Distribución de instrumentos en las actividades en Fundamentos de Computadores

Actividad evaluable	Ejercicio	Reconocimiento facial	Reconocimiento de voz	Reconocimiento de patrones de teclado	Reconocimiento de estilo de escritura	Plagio
Practica 1	ensayos				✓	✓
Práctica 2	ensayos				✓	✓
Práctica 3	ensayos				✓	✓

Cuadro 2. Distribución de instrumentos en Competencias Comunicativas para profesionales de las TIC

respuesta abierta con el instrumento de reconocimiento de patrones de teclado integrado. En la tercera actividad se repitió el instrumento en una pregunta corta, pero la segunda pregunta se configuró para que los estudiantes grabaran un vídeo corto de unos dos minutos para poder probar el reconocimiento de voz y facial. Finalmente, en la práctica se diseñaron dos preguntas cortas de respuesta abierta, pero en este caso además de reconocer los patrones de teclado, el sistema realizaba el reconocimiento facial mientras el estudiante escribía las preguntas. En este caso, el sistema recogía fotogramas de forma aleatoria mediante la webcam mientras el estudiante resolvía las actividades en el Moodle.

#### 4.2. Competencias comunicativas para profesionales de la TIC

El objetivo de esta asignatura es establecer los conocimientos básicos para la comunicación escrita en el ámbito académico y profesional. Un contenido poco habitual en un plan de estudios de ingeniería.

El modelo de evaluación combina la evaluación formativa con la sumativa donde existen tres actividades de evaluación continua, tres prácticas y un examen final. Los estudiantes van adquiriendo la competencia escrita a través de las diferentes actividades y mediante un *feedback* personalizado [1] que permite mejorar la forma de escribir de una actividad a la siguiente. El examen persigue una finalidad sumativa y se usa para calificar el rendimiento de los estudiantes.

Las actividades se organizan alrededor de tres núcleos temáticos: conceptos básicos relacionados con el texto, caracterización de algunos de los textos más significativos de las TIC y técnicas de producción de

textos especializados (esencialmente ensayos). En este caso, los instrumentos seleccionados son: detección de plagio y reconocimiento del estilo de escritura que se basan en la comprobación de la autoría en las actividades de ensayo. Para el profesor es crítico detectar que el estudiante realmente ha escrito el documento enviado.

Tal como se puede ver en el Cuadro 2, no se usó reconocimiento facial y de voz. El alumno enviaba las actividades en un documento creado en un procesador de texto externo al Moodle. En el caso de patrones de teclado, dada la longitud de los textos y los recursos estilísticos usados por los estudiantes, se decidió no usarlo, dado que sólo se puede utilizar en actividades dentro del Moodle en línea.

En este caso, la integración no impactó en el diseño de las actividades ya existentes. Se seleccionaron las actividades de práctica donde el estudiante realiza los ejercicios de desarrollo y donde realmente existe más posibilidad de fraude.

### 5. Resultados

En esta sección detallamos las opiniones de los profesores y estudiantes que participaron en el piloto. No ofrecemos resultados de posibles fraudes ya que el sistema no detectó ninguno en este piloto. Remarcar que la participación del alumnado fue voluntaria y por lo tanto deducimos que los estudiantes no intentaron engañar al sistema.

Por otra parte, consideramos interesante recoger las opiniones de los usuarios finales del sistema en base a una comparación con el sistema de evaluación anterior que se utilizaba en estas asignaturas (para los profesores) y respecto la evaluación en otras asignaturas cursadas anteriormente (para los estudiantes).

Pregunta	Valores	Nro.	%
Facilidad diseño de actividades	TA-A	2	33,33
	NAND	4	66,67
	TD-D	0	0,00
Facilidad evaluación de actividades	TA-A	2	33,33
	NAND	1	16,67
	TD-D	3	50,00
Facilidad comprensión resultados de los informes	TA-A	2	33,33
	NAND	4	66,67
	TD-D	0	0,00
Utilidad de la información de los informes para detectar fraude	TA-A	1	16,67
	NAND	5	83,33
	TD-D	0	0,00
Creo que el sistema hará más difícil el fraude	TA-A	3	50,00
	NAND	1	16,67
	TD-D	2	33,33

Cuadro 3. Opinión de los profesores

### 5.1. Opinión de los profesores

Una vez terminado el curso, se realizó una encuesta a los profesores. Ésta incluía preguntas sobre su experiencia previa en evaluación en línea, sus expectativas respecto de un sistema como el descrito y la experiencia de usuario con el sistema. Las preguntas se basaban en una escala de Likert de 5 opciones (totalmente en desacuerdo-totalmente de acuerdo) y una pregunta de respuesta abierta.

El Cuadro 3 recoge el conjunto de preguntas que consideramos relevantes respecto a la utilización del sistema. Para cada pregunta, se ha agrupado las respuestas en 3 grupos: totalmente de acuerdo o de acuerdo (TA-A), ni de acuerdo ni en desacuerdo (NAND) y totalmente en desacuerdo o en desacuerdo (TD-D). Para cada grupo se muestra el número de respuestas (Nro.) y el porcentaje sobre el número de profesores que respondieron la encuesta (%). Las asignaturas tenían un total de 12 profesores de los cuáles 6 respondieron al cuestionario (50%). Queremos poner de manifiesto que la encuesta era optativa y que aunque no es una muestra suficientemente representativa para realizar generalizaciones, nos ofrece una primera impresión de la opinión del profesorado con respecto a la utilización del sistema.

Respecto a la integración del sistema en el diseño de las actividades, observamos que los profesores no tienen ninguna opinión negativa. No indican haber sufrido muchos contratiempos en el diseño de las actividades. Por el contrario, podemos observar que sí han sufrido dificultades para evaluar las actividades en las que se ha pilotado el sistema. Al respecto, si analizamos los comentarios recibidos en la pregunta abierta, comprobamos que un comentario recurrente

es el aumento de la carga del profesor en el momento de la evaluación. Los profesores comentan que el sistema de evaluación en el Moodle no era muy intuitivo. Además, al no estar el sistema integrado totalmente con el sistema de evaluación propio de la universidad, complicaba el proceso de introducción de notas. La razón de esta percepción negativa reside en que las actividades se han realizado a través del Moodle que no es el entorno virtual de aprendizaje (EVA) que se utiliza en nuestra universidad para la docencia. Por lo tanto, el profesorado no está acostumbrado a utilizar esta plataforma para la evaluación de las actividades.

Respecto a la comprensión de los informes de resultados y el análisis de los mismos para detectar fraude, tampoco observamos ninguna respuesta negativa. Los informes son listados en formato matriz con los estudiantes por aula y el porcentaje de posible fraude por actividad en una escala de 0 a 100. Los profesores parecen haber comprendido sin dificultades los resultados de los informes.

Finalmente, la respuesta de opinión refleja que la mayoría de los profesores consideran que un sistema como éste puede reducir las posibilidades de fraude.

### 5.2. Opinión de los estudiantes

Al finalizar el curso se realizó una encuesta a los estudiantes de las dos asignaturas, preguntando sobre los mismos temas que a los profesores: su experiencia previa en evaluación en línea, expectativas sobre un sistema de evaluación seguro y su experiencia con el sistema. La encuesta consistía en preguntas de escala tipo Likert y una pregunta de respuesta abierta.

De todas las preguntas realizadas, el Cuadro 4 muestra las cinco preguntas seleccionadas. En este caso en las asignaturas había 839 estudiantes de los cuáles respondieron 391 (46%). En este caso, podemos considerar que la muestra es más representativa para poder generalizar.

Los estudiantes están mayormente satisfechos de la evaluación vivida durante el curso. El sistema no ha afectado negativamente a esta opinión. Es importante comentar que para los estudiantes la realización de las actividades ha sido totalmente transparente. Para ellos las actividades Moodle estaban integradas en el aula virtual de la universidad en forma de aplicación sin hacer ninguna referencia al Moodle. Consideramos que esta funcionalidad ha simplificado considerablemente los posibles problemas potenciales de utilizar dos entornos virtuales de aprendizaje diferentes.

Sobre la carga de trabajo podemos observar que no ha sido significativamente superior en comparación con otras asignaturas. La complejidad de las actividades no ha aumentado puesto que se ha integrado el sistema en las actividades de evaluación ya existentes. La carga de trabajo se incrementa, igual que han expresado los profesores, por el cambio en la forma

Pregunta	Valores	Nro.	%
Estoy satisfecho con la evaluación durante el curso	TA-A	307	78,52
	NAND	25	6,39
	TD-D	59	15,09
La carga de trabajo en este curso es más elevada de lo que me esperaba	TA-A	182	46,55
	NAND	123	31,46
	TD-D	86	21,99
He notado un incremento de la vigilancia durante el curso	TA-A	78	19,95
	NAND	112	28,64
	TD-D	201	51,41
Me he sentido más estresado durante la evaluación a causa de los instrumentos utilizados	TA-A	73	18,67
	NAND	101	25,83
	TD-D	217	55,50
Me siento confortable compartiendo la siguiente información personal	Videos donde aparece mi cara	171	43,73
	Patrones de teclado y escritura	333	85,17
	Imágenes faciales	151	38,62
	Grabación de voz	227	58,06

Cuadro 4. Opinión de los estudiantes

de enviar los trabajos. Anteriormente, se subían los trabajos en una aplicación del EVA propio. Ahora, algunas actividades se realizan en línea dentro del Moodle. Este trabajo que implica conectarse al Moodle para hacer la actividad puede generar esta opinión negativa de un aumento de carga de trabajo.

Por lo que respecta al incremento en la percepción de la vigilancia, podemos observar que los estudiantes no lo han notado. Es decir, que la configuración de los instrumentos dentro de las actividades es transparente para los estudiantes. Ellos hacen la actividad, pero no notan el control inherente que hay debajo del sistema. Además, la siguiente pregunta reafirma la transparencia del sistema. No se sienten alterados por el hecho que el sistema recoja información mientras realizan las actividades.

Finalmente, consideramos relevante preguntar sobre la privacidad de datos y la compartición de datos biométricos durante la realización de las actividades. Los resultados indican que el instrumento con el que se sienten más intranquilos es el vídeo. No se sienten cómodos con el hecho de que se les grabe la cara mientras realizan alguna actividad. Respecto la voz, la opinión es más neutra. Finalmente, no tienen reparos en que el sistema reconozca su forma de escribir.

## 6. Discusión

En este artículo hemos mostrado una experiencia donde se ha aplicado un sistema de e-autenticación que permite añadir una capa de seguridad para comprobar la autoría e identidad de los estudiantes en las actividades de evaluación en línea. Los resultados muestran una percepción positiva de los usuarios sobre el sistema. La nota negativa se relaciona con la sobrecarga de trabajo derivada del uso de un nuevo EVA. Los casos de estudio demuestran que la integración del sistema en las actividades requiere solo de algunos ajustes y no implica un rediseño del modelo de evaluación. El uso del sistema tiene un bajo impacto en la realización de actividades por parte de los estudiantes, para ellos resulta transparente.

El objetivo de este piloto era probar el sistema y comprobar la opinión de los usuarios. Hacer que la evaluación en estas asignaturas fuera totalmente segura se ha mantenido como un objetivo secundario. Por este motivo, no se ha insistido en la problemática que conlleva el hecho de que el perfil biométrico se crease al inicio del curso. Hecho que implica que en caso de que quisieran hacer fraude por suplantación de identidad podrían haberlo realizado desde el momento de crear el perfil biométrico. Sin embargo, sí nos preocupan las diversas consideraciones que deben tenerse en cuenta en el caso de implantarse un sistema como este en la universidad.

Primero, respecto a la privacidad de datos. El sistema implica la creación de un perfil biométrico y la recolección de datos del estudiante durante toda su formación. Este perfil, aunque sea anonimizado, es un perfil que identifica al estudiante, dentro y fuera de la universidad. Por lo tanto, el estudiante debe ser consciente de que existirá este perfil, de las reglas de seguridad para que nadie pueda utilizarlo de forma fraudulenta, para qué se utilizará y las condiciones de uso dentro de la universidad.

Además, el estudiante deberá dar su consentimiento. Aquí aparece un dilema, ¿qué ocurre si un estudiante se niega? ¿Puede seguir cursando la titulación? ¿Por qué no quiere firmar? ¿Pretende hacer trampas o tal vez prefiere no compartir sus datos personales?

El discurso para convencerlos es fácil. Un sistema de evaluación más seguro no es su enemigo, es un aliado que permitirá aportar un valor añadido a su titulación. Podrán demostrar con una certificación que realmente ellos han realizado esa titulación. Cada vez más, las agencias de calidad universitaria cuestionan más las titulaciones en línea por esta limitación en la evaluación. Algunas universidades también cuestionan los títulos de grado y máster según de qué universidad provenga el estudiante, reduciendo el valor del título arguyendo la poca veracidad de los procesos de evaluación. Por lo tanto, debemos ofrecer garantías a los estudiantes que sus títulos, sean realizados presencialmente como en línea tengan una

calidad demostrable en el momento de la evaluación de los conocimientos de los estudiantes.

## 7. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo hemos descrito un nuevo sistema de evaluación más seguro y la metodología de implantación para aplicarlo. Se han presentado dos casos donde se ha utilizado el sistema y se han analizado las opiniones de los profesores y estudiantes.

Consideramos que este sistema tiene mucho potencial a cualquier nivel de estudios sea en línea o semipresencial. El hecho de realizar comprobaciones sobre la identidad o autoría de los estudiantes también puede ser tema de estudio en programas presenciales o semipresenciales donde cada vez más existe una parte virtual de aprendizaje.

Queda un largo camino para validar el sistema. Queda una última fase de validación donde el sistema se probará con 14.000 estudiantes. Esta última fase del proyecto permitirá sacar conclusiones más fundamentadas sobre las ventajas y debilidades de un sistema como éste.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto H2020-ICT-2015/H2020-ICT-2015 TeSLA “An Adaptive Trust-based e-assessment System for Learning”, Number 688520.

## Referencias

- [1] David Bañeres, y M<sup>a</sup> Jesús Marco-Galindo. Análisis del retorno personalizado en un entorno virtual de aprendizaje. *En Actas de las XIX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. JENUI 2013*, pp. 85-92, Castellón, julio 2013.
- [2] David Bañeres, Robert Clarisó, Josep Jorba, y Montse Serra. Experiences in Digital Circuit Design Courses: A Self-Study Platform for Learning Support. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(3), 1-15, 2014.
- [3] Federico Borges, y David Trelles. An open-source software audioblog for online learning: LANGblog. *In T. Bastiaens, J. Dron & C. Xin (Eds.), Proceedings of E-Learn 2009--World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, pp. 1539-1542, Vancouver, Canada, 2009
- [4] Remei Calm, Ramon Masià, Carme Olivé, Nuria Parés, y Francesc Cobo. Wiris Quizzes: Un sistema de evaluación continua con feedback automático para el aprendizaje de matemáticas en línea. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información* 14(2), 452-472, 2013.
- [5] Hugo Jair Escalante, Mauricio A. García-Limón, Alicia Morales-Reyes, Mario Graff, Manuel Montes-y-Gómez, Eduardo F. Morales, y José Martínez-Carranza, Term-weighting learning via genetic programming for text classification. *Knowledge-Based Systems*, 83, pp. 176-189, 2015.
- [6] Pavel Korshunov y Sebastien Marcel, Impact of Score Fusion on Voice Biometrics and Presentation Attack Detection in Cross-Database Evaluations. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 11(4), 695-705, 2017.
- [7] Edith Lovos y Alejandro Héctor González. Moodle y VPL como soporte a las actividades de laboratorio de un curso introductorio de programación. *IX Congreso sobre Tecnología en Educación & Educación en Tecnología*, pp. 306-314, La Rioja, 2014.
- [8] Mercedes Marqués. Qué hay detrás de la clase al revés (flipped classroom). *En Actas de las XXII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. JENUI 2016*, pp. 77-84, Almería, julio 2016.
- [9] Francesc Núñez y Jordi Duran. Plac-plagi: Definition, prevention and detection, *Second Institutional Seminar for UOC instructors*. 2011. Disponible: <http://hdl.handle.net/10609/8574>
- [10] Jordi Petit y Salvador Roure. Programación-1: Una asignatura orientada a la resolución de problemas, *En Actas de las XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. JENUI 2009*, pp. 185-192, Barcelona, julio 2009.
- [11] Paulo Pinto, Bernardo Patrão y Henrique Santos. Free Typed Text Using Keystroke Dynamics for Continuous Authentication. *En: De Decker B., Zúquete A. (eds) Communications and Multimedia Security. CMS 2014. Lecture Notes in Computer Science*, 8735, 2014
- [12] Alberto Prieto Espinosa, Beatriz Prieto Campos, y Begoña del Pino Prieto. Una Experiencia de flipped classroom. *En Actas de las XXII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. JENUI 2016*, pp. 237-244, Almería, julio 2016.
- [13] Ognjen Rudovic, Maja Pantic, y Ioannis Patras. Coupled Gaussian Processes for Pose-Invariant Facial Expression Recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 35(6), 1357 - 1369, 2013.
- [14] Juan Manuel Vaca, J. Enrique Agudo, y Héctor Sánchez. Evaluación de prácticas de programación mediante rúbricas en Moodle. *En Actas de las XX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. JENUI 2014*, pp. 107-114, Oviedo, julio 2014.