

# Feedback Efectivo en Prácticas de Programación

Juan M. Alberola and Ana García-Fornes

**Title—Feedback Efectivo en Prácticas de Programación.**

**Abstract—** Las asignaturas de carácter práctico como la programación, presentan históricamente un alto índice de abandonos y unas tasas de aprobados bajas. Una característica de estas asignaturas es que el material que se aprende, necesita ser afianzado para aprender nuevos conceptos, por lo tanto, un feedback progresivo y continuo es esencial para la motivación de los alumnos. En este artículo, presentamos una experiencia docente que obtiene dicho feedback mediante el uso de la plataforma educativa. El impacto a diferentes niveles de esta experiencia es analizado en un grupo de alumnos.

**Index Terms—** Feedback, plataforma educativa, programación, lección magistral participativa.

## I. INTRODUCCIÓN

Al largo de la literatura podemos encontrar una opinión consensuada sobre los beneficios del feedback como herramienta docente. El feedback proporciona una información rápida al alumno con la finalidad de corregir errores al poco tiempo de haber realizado una tarea. Diversos autores como Hounsell han demostrado las implicaciones del feedback en el proceso de aprendizaje de los alumnos [1], incluso en varios estudios se concluye que el principal factor influyente en la consecución del aprendizaje por parte del estudiante es el feedback [2, 3]. Además, existen estudios donde se ven los efectos positivos del feedback comparados con otros factores del aprendizaje [4].

El feedback puede definirse como un mecanismo de corrección de errores o conocimiento de los resultados en relación con el aprendizaje [5], lo que permite una evaluación continua del alumno. Sin embargo, una evaluación continua no implica tener que realizar varios exámenes en vez de uno sólo, sino llevar un seguimiento lo más frecuente posible del grado de adquisición de competencias por parte de los alumnos, y esto no implica necesariamente asociar siempre una calificación. Por tanto, para que el feedback resulte efectivo, éste debe plantearse como un proceso regular y centrado en contenidos pequeños del curso, otorgando a los alumnos la posibilidad de demostrar qué han aprendido y qué les queda por aprender [6, 7]. De lo contrario, si el alumno se mueve a contenido

nuevo sin haber obtenido el feedback, éste puede resultar ineficaz.

Entre los muchos factores positivos que tiene el feedback [8] podemos destacar los siguientes: reactiva y consolida las habilidades anteriores antes de introducir material nuevo; refuerza los mecanismos de aprendizaje activo; ayuda a los alumnos y al profesor a monitorizar el proceso de aprendizaje; y motiva a los alumnos debido a que sienten que progresan.

Sin embargo, un feedback efectivo en entornos universitarios es clásicamente difícil de conseguir debido a la cantidad de alumnos y a la densidad de las materias [6]. Más concretamente, en asignaturas de carácter práctico, como las relacionadas con programación, que se imparten diversas titulaciones tecnológicas, este feedback puede resultar incluso más complicado. En este tipo de asignaturas no puede hacerse un feedback oral basado en un ensayo, como se realiza en otras disciplinas, por lo que se requiere de un mayor tiempo del profesor para ver las tareas realizadas por el alumno, y un mayor tiempo para el alumno, para asimilar los conceptos en los que haya podido fallar. Además, en este tipo de asignaturas, las prácticas tienen una importancia crucial puesto que sirven a los alumnos para asimilar los conceptos vistos en clases teóricas [9, 10].

Para conseguir un feedback más individual y efectivo en este tipo de asignaturas, se debería supervisar continuamente el trabajo de los alumnos. Sin embargo, debido a la cantidad de alumnos y a las horas presenciales dedicadas, los alumnos tienen que realizar trabajo autónomo, concertando posteriormente tutorías personalizadas, con el consiguiente problema espacio/temporal asociado.

En este trabajo presentamos una experiencia docente en donde utilizamos la plataforma educativa como herramienta telemática para obtener dicho feedback. Nosotros optamos por utilizar un feedback que consiste en realizar comentarios a las tareas realizadas por los alumnos, orientándoles en cómo lo podrían solucionar o hacer de otra forma, etc., sin calificar su trabajo. Otro tipo de feedback calificativo podría desmotivar a los alumnos que peor lo hagan y afectarles negativamente [11]. En nuestra propuesta, el alumno recibe la misma información como si estuviera el profesor delante, permitiendo intercambio asíncrono de mensajes aclaratorios. De esta manera, el alumno puede realizar o subir las tareas realizadas en cualquier momento, a partir de finalizar la sesión, y el profesor puede corregirlo en cualquier momento también.

El resto del artículo está organizado en las siguientes secciones: en la Sección 2 describimos trabajos relevantes relacionados con nuestra propuesta; en la Sección 3 detallamos la motivación que nos lleva a desarrollar nuestra propuesta; en la Sección 4 explicamos los dos componentes

Juan M. Alberola y Ana G. Fornes pertenecen al Departament de Sistemes Informàtics i Computació, Universitat Politècnica de València. Camí de Vera s/n. 46022. Valencia. Spain. (email: {jalberola,agarcia}@dsic.upv.es).

de la misma; en la Sección 5 detallamos el caso de estudio donde hemos aplicado nuestra propuesta; en la Sección 6 mostramos y analizamos los resultados obtenidos; finalmente, en la Sección 7 añadimos algunas conclusiones a nuestro trabajo.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

En los últimos años han aparecido diferentes propuestas para ofrecer un feedback más continuado al alumno en asignaturas de tipo práctico como las relacionadas con programación. Diversos trabajos como [12, 13] presentan métodos de feedback basados en dispositivos tecnológicos y que están centrados en la misma sesión. Estos trabajos reflejan la dificultad de tener un seguimiento personalizado en este tipo de asignaturas, ya que las prácticas están enfocadas en programar lo visto en teoría y eso hace que salten infinidad de dudas que no pueden solucionarse individual y detalladamente en dos horas que dura la sesión. En una línea similar, [14] presentan un sistema de encuestas electrónicas mediante una Tablet-PC. Este sistema electrónico permite una gran participación de los alumnos con preguntas predefinidas para obtener un feedback rápido. Sin embargo, estas propuestas, aparte de requerir mayores recursos (terminales electrónicos para cada alumno), están basadas en preguntas cortas que los alumnos deben contestar durante la lección magistral. Esto ayuda al profesor a tener un conocimiento más global de cómo avanza la sesión, pero no le da información individual del proceso de aprendizaje de cada alumno durante el curso.

Otras propuestas como [15, 16, 17], obtienen un feedback mediante sistemas automáticos de evaluación telemática. Sin embargo, las evaluaciones de los ejercicios de los alumnos se realizan en base a criterios como diseño, especificación, estilo, etc., por lo que tanto la información recibida por el profesor como el feedback recibido por el alumno es muy impersonal, con información como "código no bien sangrado" o "demasiados comentarios". Esto puede ser bueno para mejorar las habilidades de programación, pero no para asignaturas básicas de programación, donde deben sentarse los cimientos de la disciplina. Por esto, aspectos más individuales como fallos en el código, confusión a la hora de plantear, mala utilización de variables, dificultad para depurar un programa y encontrar errores, incluso errores globales recurrentes, no podrían solucionarse con este tipo de evaluación automática.

Relacionado con los sistemas de evaluación automática, una atención más personalizada podría conseguirse con la propuesta de [18], en donde se introduce el concepto de ciclos con el objetivo de evitar que el alumno obtenga la solución mediante prueba y error. Sin embargo, los ejemplos que se analizan en la propuesta se basan en algoritmos simples (ordenación, intercambio de variables, sumar vectores, etc.), por lo que sería complicado analizar todas las posibilidades de algoritmos más complejos, lo que requeriría una supervisión del profesor.

En [19], los autores proponen una herramienta software para ayudar a los alumnos a adquirir las competencias básicas para programar. La herramienta trata de guiar al alumno en las soluciones que va implementando para un problema concreto, como si se tratara de un profesor. Los autores remarcan la importancia de la práctica en este tipo

de asignaturas y la necesidad de recibir un feedback rápido y continuo para el aprendizaje. Sin embargo, los programas ofrecidos por esta herramienta son limitados, ya que añadir un nuevo programa implica el esfuerzo de especificarlo en xml.

Otra forma de recibir feedback en este tipo de asignaturas es a través de sus compañeros. Por ejemplo, en [20], se propone un aprendizaje cooperativo en donde distintos grupos-base se reúnen antes de cada sesión para resolver sus dudas. Aunque esta técnica puede funcionar bien en ciertos escenarios, hay que tener en cuenta los propios problemas de creación de grupos (mantener un mismo nivel, alumnos que trabajan más que otros, quejas, etc.). Los mismos autores remarcan estos problemas, como la posibilidad de que un grupo se estanque en el progreso si observa que no avanza lo suficiente.

Relacionado con este aspecto, en [21], los autores también proponen un sistema de aprendizaje cooperativo y evaluación continua para aprender a programar en C. En este sistema, los alumnos son calificados a lo largo de las sesiones. Sin embargo, una crítica que refleja este trabajo es que los alumnos perciben mucha carga de trabajo (casi el 50%). Un problema similar refleja el trabajo de [22], en la cuál se utilizaron técnicas cooperativas para el aprendizaje de la programación. Sin embargo, tal y como detallan los autores, algunos alumnos abandonaron el proyecto por problemas con los compañeros del grupo como la falta de comunicación.

Por lo tanto, un entorno flexible en donde se les ofrezca la posibilidad a los alumnos de obtener un feedback supervisado por el profesor, sin la necesidad de ser calificados, facilitará que cada alumno elija la opción que mejor se ajuste a su modelo de aprendizaje. Además, el hecho de no sentirse calificados constantemente, posibilita la apreciación de un trabajo más ligero y menos presión.

## III. MOTIVACIÓN

En asignaturas con carácter práctico como programación, donde las competencias o parte de ellas, son adquiridas mediante la práctica del alumno en los laboratorios, resulta esencial que éste obtenga un aprendizaje continuo y efectivo. El contenido en este tipo de asignaturas suele estar interrelacionado, de modo que para afianzar contenidos nuevos, es imprescindible afianzar los conocimientos previos. El feedback es fundamental para conseguir esto, sin embargo, tradicionalmente este feedback se ha limitado a la interacción personal alumno-profesor durante cada sesión de prácticas.

Esta metodología clásica ha tenido como resultado unas altas tasas de abandono en asignaturas de programación, así como un bajo porcentaje de aprobados, como se puede ver en la Tabla I, que muestra los resultados de la asignatura de programación que se imparte en la titulación de Química de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universitat Politècnica de València. Como podemos ver, las tasas de aprobados en los últimos años rondan el 30% de los alumnos y las tasas de abandono que rondan el 40% de los alumnos.

Con el fin de disminuir la tasa de alumnos que abandonan la asignatura y de incrementar la tasa de aprobados, la experiencia docente presentada en este artículo está

TABLA I  
PORCENTAJES DE ALUMNOS DISTRIBUIDOS SEGÚN NOTAS

	No Presentados	Suspendidos	Aprobados
2005-2006	40,18%	34,82%	25,00%
2006-2007	45,00%	26,67%	28,33%
2007-2008	41,67%	34,17%	24,17%
2008-2009	38,46%	38,46%	23,08%
2009-2010	27,78%	40,48%	31,75%

enfocada en ofrecer un aprendizaje más efectivo. Para ello proponemos el uso de la plataforma educativa como herramienta telemática para la interacción alumno-profesor en horarios no presenciales. Esta herramienta se usará como soporte para que el alumno obtenga un feedback adecuado y continuado de su trabajo durante las sesiones prácticas. Además, cambiaremos la clásica metodología utilizada en las sesiones prácticas para incluir una lección magistral participativa, con el fin de fomentar la motivación de los alumnos.

#### IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA DOCENTE

En la asignatura de programación, tradicionalmente se ha optado por dos modelos claramente diferenciados en la teoría y en la práctica. En las sesiones teóricas se ha optado por lecciones magistrales con mayor o menor grado de participación, mientras que en las sesiones prácticas, se ha optado por un modelo completamente autónomo en donde se asumía que el alumno tenía los suficientes conocimientos (adquiridos en las sesiones teóricas) como para abordar las prácticas.

Con la metodología clásica empleada en prácticas, se asume que las dudas que puede tener un alumno son puntuales, como detalles de implementación. Sin embargo, esta suposición hace que muchos alumnos no se sientan motivados por asistir a las clases prácticas porque son incapaces de seguir, por ellos mismos, los pasos que se requieren para resolver un problema y obtener el feedback necesario para su aprendizaje: entender qué es lo que se pide, plantear una solución, implementar esa solución en un lenguaje de programación de alto nivel, etc. Además, como los contenidos de esta asignatura necesitan afianzarse para adquirir contenidos futuros, esta desmotivación hace que muchos alumnos abandonen la asignatura.

La experiencia docente aplicada a la asignatura consta de dos innovaciones, una con carácter presencial y otra con carácter no presencial. Por un lado, la inclusión de una lección magistral participativa en el inicio de cada sesión de prácticas. Por otro lado, la utilización de la plataforma educativa como medio de feedback para el alumno.

##### A. Lección Magistral Participativa

La lección magistral ha sido tradicionalmente el método docente más utilizado en la enseñanza universitaria [23]. Sin embargo, en los últimos años, la clásica lección magistral ha derivado en modelos más participativos con el fin de fomentar el aprendizaje significativo del alumno. Según Finkel [24], muchas de las actividades que caracterizan a una buena docencia difieren marcadamente de una narración tradicional del profesor.

Mediante la inclusión de la lección magistral participativa en las sesiones prácticas, el profesor relacionará conceptos

vistos en clases teóricas con las necesidades de los problemas que tienen que resolver los alumnos en las sesiones prácticas. Así, mediante la participación de los alumnos, se pretende que se cree un clima de compañerismo y que aquellos alumnos que no terminaron de asimilar los conceptos de teoría, sean capaces de abordar los problemas que se plantean en la sesión de prácticas después de la lección magistral participativa. Las principales características que deberá tener esta lección magistral participativa deberán ser las siguientes:

- Fomentar la participación cooperativa de todos los alumnos mediante preguntas al grupo o individuales, dando oportunidades a los alumnos para que intervengan.

- Bien estructurada. La inclusión de una lección magistral en las sesiones de prácticas ayuda al alumno a reforzar los conocimientos adquiridos en teoría. No obstante, si su duración se extiende considerablemente, los alumnos no tendrán tiempo suficiente para terminar los problemas que deberían abordar en la sesión.

- Uso de encuadres para que quede claro en todo momento, qué es lo que queremos resolver, cómo lo hemos hecho, y que sería lo que nos falta por hacer.

- Motivadora, para que los alumnos puedan seguir resolviendo problemas por ellos mismos durante el resto de la sesión de prácticas.

- Otras características como controlar la velocidad de explicación, no dar excesiva información, y relacionar los temas serán también importantes.

Dividiremos cada sesión de prácticas en dos partes. Una primera donde se plantee, diseñe e implemente un problema similar a los que aparecen en las prácticas, mediante la participación de toda la clase. Así, los alumnos podrán ellos mismos, implementar la solución que globalmente vamos obteniendo. Además, se fomentará la cooperación de todos, creando un debate grupal y haciéndonos preguntas entre todos los participantes. Aquellos alumnos que se puedan ver menos incapaces para abordar la práctica por ellos mismos, se sentirán parte también de la discusión grupal, lo que esperamos fomente su motivación por la asignatura. En la segunda parte, seguiremos manteniendo el modelo autónomo tradicional, con el fin que sean capaces de terminar los problemas de la práctica, siendo similares a lo que hemos visto en la anterior hora.

##### B. La Plataforma Educativa

Las prácticas propuestas en la asignatura están pensadas para que el alumno pueda terminar en casa las tareas que ha empezado en la sesión, acudiendo a posibles tutorías para resolver dudas. Sin embargo, esta última parte no la cumple prácticamente ningún alumno. Uno de los principales motivos es que, el hecho de terminar cada práctica no supone un reconocimiento ni evaluativo ni calificativo por parte del profesor, por tanto, el alumno no tiene ninguna motivación adicional. De esta manera, es complicado que cada alumno obtenga un feedback efectivo sólo con las sesiones presenciales, debido al poco tiempo para revisar los ejercicios que van realizando los alumnos junto con la cantidad de alumnos en cada grupo.

TABLA II  
PORCENTAJES DE APROBADOS

	1º parcial	2º parcial	3º parcial
<b>A1</b>	48,00%	32,00%	48,00%
<b>A2</b>	56,00%	60,00%	68,00%
<b>B1</b>	33,33%	18,52%	25,93%
<b>B2</b>	40,74%	18,52%	33,33%
<b>V1</b>	52,38%	28,57%	23,81%

Con el fin de mejorar este aspecto, utilizaremos la plataforma educativa como medio de interacción no presencial entre alumno y profesor. La plataforma educativa es una herramienta telemática orientada a facilitar la interacción alumno-profesor. Esta plataforma ofrece una funcionalidad que permite la gestión de actividades. Mediante el uso de esta última funcionalidad, los alumnos podrán subir a la plataforma los ejercicios correspondientes a la práctica que se ha realizado. De esta manera, el profesor podrá interactuar con cada alumno mediante mensajes, para hacer comentarios sobre la tarea, manteniendo una interacción asíncrona alumno-profesor. En la Figura 1 podemos ver un fragmento de una actividad subida a la plataforma. En este caso vemos los comentarios del profesor sobre la ventana de edición, aunque el alumno podría subir su archivo y el profesor también podría devolverle los comentarios en otro fichero adjunto. Aunque para nuestros intereses esta es la funcionalidad deseada, existen otras posibilidades que podríamos explotar, como la posibilidad de interactuar varios profesores o alumnos sobre la misma actividad, o la posibilidad de calificar la tarea y solicitar más reenvíos incluso para poder acceder a posteriores tareas. Este modelo tiene varias ventajas a priori, que describimos a continuación:

- La herramienta telemática permite una gran flexibilidad a los alumnos para enviar su trabajo en cualquier momento, y al profesor para corregirlos.
- Los alumnos tienen una forma de recibir un feedback efectivo y continuo de cada práctica realizada, de manera no presencial.

- Se motiva a los alumnos a realizar y completar las prácticas sin tener que acudir personalmente a tutorías a resolver dudas.
- Con este modelo, se hace más efectiva la evaluación continua, donde el alumno tiene más oportunidades de ser evaluado antes de la prueba calificativa.

Sin embargo, pueden existir una serie de puntos que habría que plantearse antes de empezar esta experiencia docente. Por un lado, los alumnos en general son reticentes a hacer trabajo que no tiene asociada una calificación. Debemos asumir que puede haber una parte de los alumnos que no esté implicada en realizar las prácticas y recibir el feedback si estas tareas no tienen una calificación asociada. Este punto es importante para tratar de motivarles, sobre todo en las primeras sesiones.

Por otro lado, los alumnos pueden tender a copiarse trabajos si se ven en la necesidad de entregar. Aunque se deje claro que no hay ninguna calificación y que se pretende corregir los fallos antes de llegar a las pruebas calificativas, muchos de ellos pueden optar por copiarse la práctica para cumplir con el objetivo de entrega. Sin embargo, este perfil de alumno llegaría igual de mal preparado a la prueba final ya que no se limitaría ni a copiar las prácticas de cada sesión.

También hay que tener en cuenta la carga de trabajo que implica ofrecer un feedback efectivo. Este es un punto clave para la correcta implantación de esta experiencia, necesitando estimar cuál será el tiempo de dedicación por parte del profesor. Ofrecer el feedback no se basa sólo en que los alumnos vean los errores que han cometido en los ejercicios, sino en entender la explicación que el profesor hace a ese error.

Por ello, corregir más de 20 prácticas semanales con detalle y con los comentarios adecuados, puede resultar una carga excesiva. En este punto se deberá llegar a un compromiso entre tiempo invertido y grado con el que se aplica la experiencia. Para ello, seleccionaremos en cada sesión unos cuantos alumnos para entreguen sus tareas, pudiendo entregar tan sólo parte representativa de la práctica. Evidentemente, aquellos alumnos que durante la sesión se les vea que lo han hecho ya bien, no serán solicitados. Esto

```

int obtener_sanciones() {
    int dia,mes,ano,dia2,mes2,ano2,dias,dias2; /*Variable no usadas*/
    int diafe,mesfe,anyofe,meses,anyos,anyo,id,diastotales;
    FILE*F1;
    printf("introduce la fecha:\n");
    scanf("%d%d%d",&dia2,&mes2,&ano2); /*Valor de las variables no usado*/
    F1=fopen("w:\\prestamos.txt","r");
    if(F1==NULL){
        printf("Error al abrir el archivo");
        return -1;
    }

    /*El while es incorrecto, deberías usar las variables dia2, mes2 y ano2
    que son las que has leído por teclado*/
    while(fscanf(F1,"%d%d%d",&id,&dia,&mes,&ano)!=EOF){
        dias=dia-diafe; /*Variables no inicializadas*/
        meses=(mes-mesfe)*30;
        anyos=(anyo-anyofe)*365; /*Debes usar ano, que es la que has leído con fscanf*/
        diastotales=dias+meses+anyos;
        if(dia2>dia)
            printf("el libro %d ha sido devuelto hace %d dias\n",id, -diastotales);
    }

    fclose(F1);
    return 0;}

```

Fig. 1. Fragmento de una actividad.

facilitará la labor de corrección. También daremos posibilidad a que alumnos no seleccionados entreguen voluntariamente sus tareas. Según vayamos teniendo más información acerca del aprendizaje de los alumnos, se empezará a solicitar prácticas a aquellos que se les vea más flojos, tanto en clase como en sus entregas.

Finalmente, el último punto importante es referente a la implicación de los alumnos, y que éstos valoren realmente para qué se está siguiendo esta metodología. Es importante que vean que lo que se les pide es para que se obliguen a hacer las prácticas y para que revisen los comentarios que se les haga. Ellos deben ser responsables de leer los comentarios y tenerlos en cuenta, así como ser responsables de entregar lo que ellos hacen, y no limitarse a copiar o a no hacerlo. Si son responsables en este punto, esto debería evitar que los alumnos repitieran en la prueba calificativa los mismos errores que ya han sido corregidos mediante el feedback. Si observamos que varios alumnos cometen un error similar, éste será comentado en clase para todos los alumnos, asumiendo que ha sido un concepto que no se ha entendido generalmente.

#### V. CASO DE ESTUDIO

La experiencia educativa se ha llevado a cabo en la titulación de Química, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Valencia, curso 2010-2011. En la titulación de Química, la asignatura de programación está dividida en 3 grupos de teoría, los cuales a su vez, se han subdividido en 2 grupos de prácticas. Estos grupos los identificaremos como A1, A2, B1, B2, V1 y V2, donde la primera letra indica el grupo de teoría y la segunda letra indica el grupo de prácticas en los cuales se ha subdividido. Con el fin de comprobar su aceptación y su efectividad, la experiencia ha sido introducida en el grupo A2. En la asignatura se han realizado tres exámenes parciales durante todo el semestre: dos de teoría (primer y tercer parcial) y uno de prácticas (segundo parcial). Los parciales han sido los mismos para todos los alumnos. El primer y el tercer parcial han sido corregidos por el profesor de teoría, mientras que el segundo parcial ha sido corregido por el correspondiente profesor de prácticas. La nota final NF de cada alumno seguía la siguiente fórmula:

$$NF=(\text{Parcial1} * 0,3)+(\text{Parcial2} * 0,3)+(\text{Parcial3} * 0,4)$$

El número de alumnos de los grupos A1 y A2 es de 25 cada uno, el de los grupos B1 y B2 es de 27 cada uno, mientras que el de los grupos V1 y V2 es de 22 cada uno.

#### VI. RESULTADOS

En esta sección vamos a analizar el impacto de la experiencia en diferentes ámbitos de la asignatura. Tal y como describimos en la Sección 3, los dos principales objetivos que se quieren conseguir es aumentar la tasa de alumnos aprobados, y disminuir la tasa de alumnos que abandonan la asignatura. Para ello, analizaremos de forma conjunta e independiente el impacto de la experiencia aplicada.

#### A. Resultados Generales

En primer lugar, analizamos los resultados generales referentes a todos los alumnos del curso. Para ello, a continuación mostramos diferentes gráficas que analizan el impacto de la experiencia docente en los resultados obtenidos en el grupo A2, en comparación con el resto de los grupos.

En la Tabla II, podemos ver cómo ha evolucionado el porcentaje de alumnos aprobados en cada uno de los grupos. En la tabla se aprecian claras diferencias entre los resultados obtenidos en los seis grupos. Se puede observar que el grupo A2 no sólo fue el grupo que mayor número de aprobados obtuvo sino que además, siempre se mantuvo este porcentaje por encima del 50%, mientras que en el resto de los grupos prácticamente siempre hubo más suspendidos que aprobados. Esto es significativo ya que los resultados se repiten en los tres parciales realizados. Además, podemos ver que la evolución de alumnos aprobados siempre es creciente según avanzan los parciales. En cambio, la tónica general del resto de los grupos es que el número de aprobados tiende a disminuir según avanza el curso. Este comportamiento indica que por lo general, los alumnos tienden a desmotivarse por la asignatura, mientras que en el grupo A2 en particular, parece que esto no ocurra.

Con el fin de comparar las notas de los diferentes grupos, en la Figura 2 podemos observar en el eje “y”, la nota media de cada grupo para cada uno de los parciales y para el examen final. Podemos ver que el grupo A2 es el que tiene una nota media más alta para cada uno de los parciales y también como nota final. La nota media final de todos los grupos se sitúa entre el 3 y el 4. En cambio, la nota media final del grupo A2 supera el 5, más de un punto de diferencia.

El hecho de que el grupo A2 supere a todos los grupos en la nota media en todos los parciales, puede ser un indicativo de que este grupo está llevando la asignatura más al día, y que los alumnos están afianzando los conceptos mejor que otros grupos, y por ello se sienten motivados. De hecho, los grupos A1 y A2 asisten a las mismas sesiones de teoría y han sido corregidos los parciales primero y tercero por el mismo profesor. Sin embargo, el grupo A1 presenta unas notas medias que rondan el 5 y el 6 para el primer y tercer parcial respectivamente, mientras que el grupo A2 presenta unas notas que rondan el 6 y el 7, casi un punto de diferencia entre alumnos que han asistido a las mismas sesiones de teoría. En cambio en otros grupos, las diferencias entre los alumnos que han asistido a las mismas sesiones de teoría no son tan grandes. Así, tanto en el grupo B1 como en el grupo B2, las notas medias del primer y tercer parcial rondan el 4,5 y 5,5 respectivamente. De la misma manera, las notas medias de los grupos V1 y V2 rondan el 5 para el primer parcial, y el 5,5 para el tercer parcial. Estas comparaciones también son extensibles a las notas finales.

El otro aspecto importante que queremos analizar es la evolución del abandono de la asignatura según avanza la asignatura. En la Tabla III mostramos el porcentaje de alumnos no presentados para cada grupo y parcial. Podemos ver que en todos los grupos se incrementa considerablemente la cantidad de alumnos que no se presentan según avanzan los parciales. Por ejemplo, en el

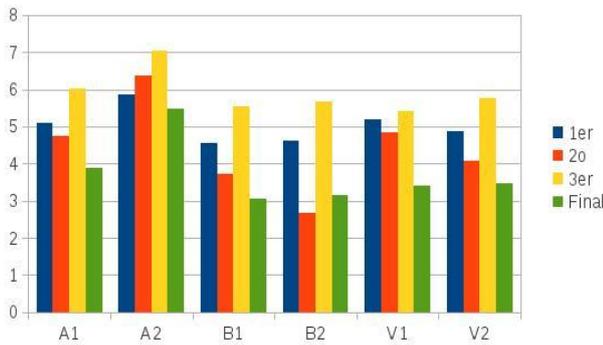


Fig. 2. Notas medias según grupos.

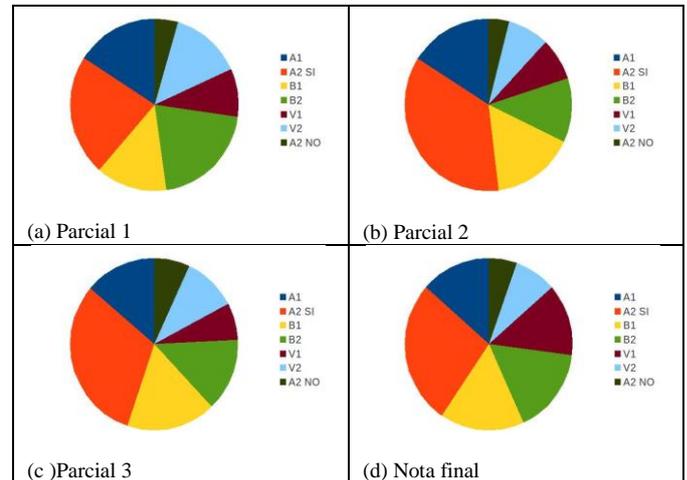


Fig. 3. Porcentaje de alumnos con nota >=7.

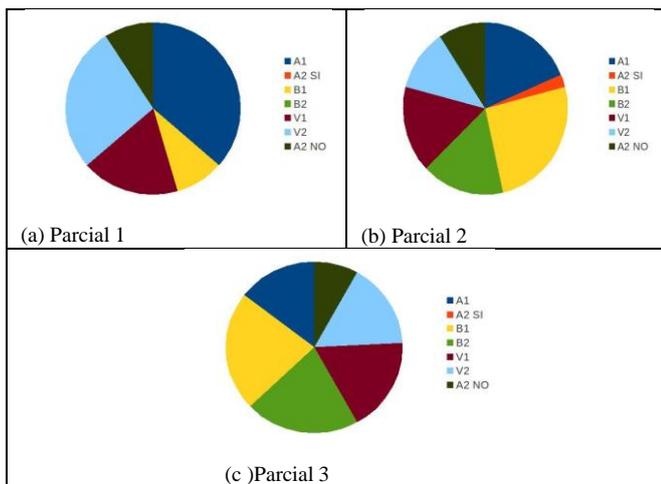


Fig. 3. Porcentaje de alumnos no presentados.

grupo B2 se pasa de una tasa del 0,00% de alumnos no presentados al primer parcial, a una tasa de casi el 50,00% cuando llega el tercer parcial. Sin embargo para el grupo A2, el incremento de alumnos que abandonan la asignatura no aumenta tanto como los otros grupos, llegando sólo hasta un 20,00% de los alumnos, mientras que otros grupos rondan el doble.

Con el fin de evaluar el impacto del feedback recibido con la plataforma educativa, en las siguientes figuras hemos subdividido el grupo A2 en dos grupos más: los alumnos que recibieron feedback porque entregaron las prácticas cuando se les solicitó o voluntariamente (A2 SI), y los alumnos que no lo recibieron porque no entregaron las prácticas (A2 NO). Hay que comentar que 19 de los alumnos del grupo A2 recibieron feedback, mientras que 6 de ellos no lo recibieron.

En la Figura 3 podemos ver qué porcentaje de los alumnos que han sacado una nota superior a notable corresponde a cada grupo. En esta figura se aprecia claramente que la mayoría de los alumnos con una nota

superior a notable corresponden no sólo a alumnos del grupo A2, sino a alumnos que se comprometieron con la experiencia y que recibieron este feedback. Podemos observar que, aunque en el primer parcial no hay tanta diferencia con otros grupos (B2), estas diferencias se hacen más grandes según avanza la asignatura. Esto indica que la metodología va teniendo efecto progresivamente en los alumnos, y que el feedback resulta efectivo, sobre todo a medio/largo plazo.

En la Figura 4 podemos ver el porcentaje de alumnos que no se presentaron a los parciales distribuidos por grupos. Como se puede observar, el grupo de gente que participó en el feedback se presentó casi por completo a las tres pruebas. En cambio, en los otros grupos hay más gente que tendió a no presentarse. El impacto de la lección magistral participativa también puede observarse con el hecho de los pocos alumnos que han abandonado la asignatura en el grupo A2 por completo, tanto los que han recibido feedback como los que no. El impacto de la metodología también es evidente comparando los resultados con el resto de grupos.

*B. Impacto del Feedback*

En esta sección analizaremos el impacto del feedback en el grupo A2. Para ello, analizamos los distintos alumnos que han participado en la experiencia, y agrupamos los errores más comunes que han cometido a lo largo de las prácticas. El objetivo de este análisis es comprobar si los alumnos han tenido una evolución o si por el contrario, los errores típicos se han repetido a lo largo del curso.

Definimos tres tipos generales de errores posibles. Por una lado, los errores de compilación aparecen cuando se construye código incorrectamente que impide compilar el programa. Estos errores son debidos a errores de sintaxis como la escritura errónea de palabras clave, instrucciones mal expresadas, conflicto de tipos de datos o también a errores de puntuación. Por otro lado tenemos errores de ejecución, que permiten compilar el programa pero que realizan operaciones erróneas como división por cero o malas asignaciones de variables. Finalmente, tenemos los errores lógicos, que son los más difíciles de detectar. Estos errores aparecen cuando el programa compila bien y aparentemente se ejecuta sin problemas, pero no realiza las acciones que debería. Esto puede deberse a un error en una operación matemática, un error al asignar una variable, un error al imprimir el resultado correcto, etc. Existen otro tipo

TABLA III  
PORCENTAJES DE NO PRESENTADOS

	1º parcial	2º parcial	3º parcial
<b>A1</b>	48,00%	32,00%	48,00%
<b>A2</b>	56,00%	60,00%	68,00%
<b>B1</b>	33,33%	18,52%	25,93%
<b>B2</b>	40,74%	18,52%	33,33%
<b>V1</b>	52,38%	28,57%	23,81%

de errores que no impiden que el programa funcione bien pero que deberían tenerse en cuenta (como variables no usadas o ficheros no cerrados). Estos errores también se les comentan a los alumnos pero no los clasificamos en este análisis.

En la Tabla IV podemos ver una clasificación del número de ejercicios entregados según los errores para cada una de las 11 prácticas. Cabe destacar que si un mismo ejercicio presentaba más de un error del mismo tipo, se contabilizaba como un único error. Aunque el nivel de las prácticas ha ido aumentando progresivamente, se puede observar que la tendencia de los ejercicios entregados ha sido cada vez hacia un mayor número de ejercicios sin errores. Sin embargo, lo más destacable es cómo han evolucionado los distintos tipos de errores, lo que representa el grado de aprendizaje de los alumnos. Esta evolución va desde un mayor número de errores de compilación en las primeras prácticas, hacia un mayor número de errores de ejecución y lógicos en las últimas prácticas. Esto significa que los alumnos fueron aprendiendo de sus errores hasta construir programas sintácticamente correctos. Más tarde, aprendieron de los errores de ejecución y lógicos para construir programas correctos. Precisamente, una de las características del feedback es que los alumnos eviten repetir los mismos errores, por lo que podemos concluir que los comentarios que se iban haciendo de los errores que se cometían, tenían un efecto positivo para que los alumnos no los cometieran en prácticas posteriores. Muestra de ello es que en las últimas prácticas, el porcentaje de ejercicios sin errores era grande.

### C. Aceptación de los Alumnos

Una vez analizado empíricamente el impacto de la aplicación de la lección magistral participativa y del feedback, vamos a analizar cómo fue la aceptación de los alumnos. Para ello, se les entregó un cuestionario con preguntas valorativas y también con preguntas abiertas. Este cuestionario fue entregado en la última sesión de prácticas, con la finalidad que pudieran responder lo más verazmente posible. De entre las preguntas que se les hizo, a continuación destacaremos algunos resultados relevantes.

En primer lugar, a la pregunta “prefiero que el profesor explique primero en la pizarra y luego nos deje hacer ejercicios”, casi un 90% de los alumnos calificó su respuesta como un 4 en la escala del 1 al 4 (siendo 1 totalmente en desacuerdo y 4 totalmente de acuerdo), lo que corresponde a una valoración media de 3,77 +/- 0,35 con un intervalo de confianza del 95%. En cambio, a la pregunta de “me gustaría que el profesor no hiciese ejercicios inicialmente y así tener más tiempo para realizar los ejercicios individualmente”, casi un 90% lo calificó con un 1, con una valoración media de 1,12 +/- 0,29 con un intervalo de confianza del 95%. Con estas diferencias, se puede observar que el grupo ha aceptado con gran satisfacción el uso de una lección magistral participativa. De entre los factores más importantes que han recibido de la lección magistral, podemos destacar la ayuda que les supone, (con una valoración de 8,95 +/- 0,65 sobre 10) y la motivación (con una valoración de 8,59 +/- 0,90 sobre 10).

Los resultados referentes a la valoración del feedback son similares. En primer lugar, a las preguntas “prefiero no tener

TABLA IV  
CANTIDAD DE EJERCICIOS CON ERRORES

Práctica	Número de ejercicios			
	Con errores			Sin errores
	Compilación	Ejecución	Lógicos	
1	8	1		3
2	5	4	1	2
3	6	1	2	4
4	2		4	3
5	3	1	1	5
6		2	3	7
7	2	4	4	3
8		2	3	4
9		2	4	5
10	1			7
11		1	1	6

que entregar los ejercicios” y “prefiero tener que entregar los ejercicios”, más del 90% de los alumnos la calificaron con un 4, (con una valoración media de 3.89 +/- 0.04). Cabe destacar, que nuestra propuesta es flexible para dar la posibilidad a los alumnos que quieran obtener el feedback, pero no es un requisito para aprobar ni aumentar la nota. Sin embargo, se ha visto que la gran mayoría ha preferido disponer de esta opción.

También se les preguntó abiertamente sobre las características que más han ayudado a superar la asignatura. El resultado de esta consulta fue que de los 16 alumnos que respondieron algo en esta pregunta, 8 de ellos comentaron aspectos relacionados con la clase magistral participativa (“explicaciones en la pizarra al principio”, “resolución de ejercicios en grupo”, etc.). Además, 10 de estos 16 comentarios (más del 60%) estuvieron relacionados con el feedback recibido (“que nos haga enviar las prácticas”, “que nos corrija individualmente lo que enviamos”, etc.). Por lo tanto, podemos concluir que la nueva metodología no ha obtenido solamente buenos resultados, sino que además, ha sido bien aceptada por los alumnos. Muy probablemente, la gran aceptación sirvió para aumentar la implicación y motivación de los alumnos, lo que contribuyó a mejorar los resultados. Como aspectos positivos, remarcamos que el 85% de los alumnos opinó que participó activamente y con interés en las sesiones prácticas, y más del 80% que se sintió motivado y con interés por terminar el trabajo en casa.

Cabe destacar que la media de los alumnos han calificado la asignatura entre normal y difícil, comparándola con otras asignaturas. Además, la mitad de los alumnos encuestados afirmaron que antes de empezar la asignatura, tenían un interés escaso o muy escaso en la misma. Esto es importante, porque si unimos estos dos aspectos, podemos llegar a la explicación del comportamiento histórico: el poco interés que tenían de entrada los alumnos, unido a la dificultad aparente de la asignatura, hace que crezca la desmotivación por la asignatura, decrezca más aún su interés y terminen abandonándola.

A pesar del poco interés inicial generalizado, el 85% de los alumnos en donde aplicamos la nueva metodología,

reconoció que aprendió cosas que consideran valiosas y que además comprendieron los contenidos del curso. El 90% reconoció que el curso le pareció intelectualmente retador y estimulante o muy estimulante, y lo que es más importante, el 95% reconoció que su interés por la asignatura aumentó según avanzaba el curso. Por lo tanto, concluimos que la participación grupal en la resolución de problemas junto al feedback recibido, han hecho que aumentase el factor de motivación por la asignatura y por tanto, los resultados obtenidos.

## VII. CONCLUSIONES

El feedback es un componente esencial en el aprendizaje del alumno. Como hemos visto a lo largo del artículo, en asignaturas con carácter práctico como la programación, éste requiere de un especial interés, ya que los alumnos tienden a abandonar la asignatura y a no tener unas notas no muy altas. Con este fin, hemos utilizado la plataforma educativa para mejorar la interacción profesor-alumno, especialmente en estos escenarios que requieren de un aprendizaje y un feedback continuo. Además, hemos completado esta experiencia con un cambio metodológico para introducir una lección magistral participativa.

Como hemos visto en los resultados obtenidos, la experiencia ha surtido efecto. Hay que tener en cuenta que, aunque la experiencia ha sido aplicada sólo en sesiones prácticas, el grupo analizado ha tenido las mismas sesiones teóricas con el mismo profesor que el otro grupo A1, por lo que las diferencias observadas deberían ser significativas.

Es importante remarcar que aplicar estas innovaciones requiere de un esfuerzo por parte de los alumnos y del profesor. Sin embargo, una herramienta telemática como la plataforma educativa y una buena planificación ayudan a llevarlo de manera más fácil. Sin este soporte telemático, tanto los alumnos como el profesor no tendrían tanta flexibilidad para llevar a cabo este feedback continuo, requiriendo de sesiones tutorizadas para llevar a cabo un trabajo que puede ser mucho más fácil utilizando una herramienta similar a la que hemos utilizado en esta experiencia. Los resultados obtenidos son muy favorables tanto desde el punto de vista de las calificaciones, como del aprendizaje y de las sensaciones personales. Los alumnos se han sentido motivados y esto ha influido en sus dedicación y en su aprendizaje. Estos resultados son alentadores para seguir trabajando en esta línea y extender la experiencia a todo el curso.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los organizadores del SIIE 2012 su invitación para preparar una versión extendida de nuestra publicación para IEEE RITA'.

## REFERENCIAS

- [1] D. Hounsell, "Student feedback, learning and development," Higher Education And The Lifecourse, 2003.
- [2] J. Hattie, "Identifying the salient facets of a model of student learning: a synthesis of meta-analyses," International Journal of Educational Research, vol. 11, pp. 187-212, 1987.
- [3] D. U. Bolliger and T. Martindale, Key factors for determining student satisfaction in online courses. : An article from: International Journal on E-Learning, 2007, vol. 3, no. 2. [Online]. Available: <http://www.amazon.com/exec/obidos/redirect?tag=citeulike07-20&path=ASIN/B00082HB5C>
- [4] P. Black and D. William, "Assessment and classroom learning," Assessment in Education, vol. 15, pp. 7-74, 1998.
- [5] J. Bruner, "Toward a theory of instruction," Cambridge, Mass: Harvard University Press., 1974.
- [6] C. Simpson and G. Gibbs, "Conditions under which assessment supports students' learning," Learning and Teaching in Higher Education, vol. 1, pp. 3-31, 2004.
- [7] A. W. Chickering and Z. F. Gamson, "Seven Principles for Good Practice in Undergraduate Education," AAHE Bulletin, 1987.
- [8] T. J. Crooks, "The impact of classroom evaluation practices on students," Review of Educational Research, vol. 58, no. 4, pp. 438-481, 1988.
- [9] A. Garrido, M. Penadés, and V. Pelechano, "Un modelo de evaluación de prácticas en laboratorio de ingeniería del software," VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática (JENU1 2001), pp. 222-227, 2001.
- [10] J. M. Alberola, J. V. Ballester, and A. Garcia-Fornes, "Una metodología basada en una lección magistral participativa para sesiones prácticas," Jornada de Innovación Docente ICE-UPV 2011, 2011.
- [11] S. Wootton, "Encouraging learning or measuring failure?" Teaching in Higher Education, vol. 7, no. 3, pp. 353-357, 2002.
- [12] C. Álvarez and J. Llosa, "Evaluación formativa con feedback rápido usando mandos interactivos," JENU1 2010. "XVI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática", pp. 363-370, 2010.
- [13] M. Riesco and M. Díaz, "Sistema docente de realimentación inmediata en clases prácticas," JENU1 2005. "Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática", 2005.
- [14] J. M. Such, N. Criado, and A. García-Fornes, "Experiencias con una técnica de aprendizaje activo basada en retroalimentación instantánea y anónima", IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa, pp. 15-23. 2011.
- [15] K. Ala-mutka, T. Uimonen, and H. matti Järvinen, "Supporting students in c++ programming courses with automatic program style assessment," Journal of Information Technology Education, vol. 3, pp. 245-262, 2004.
- [16] J. Rodríguez, M. Díaz, and Z. Hernández, "Hacia la evaluación continua automática de prácticas de programación," JENU1 2007. "Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática", 2007.
- [17] A. Pardo, I. Estévez-Ayres, P. Basanta-Val, D. Fuentes Lorenzo, "Plataforma de seguimiento continuo de prácticas en la asignatura de arquitectura de ordenadores", 2003.
- [18] J. López-Reguera, C. Hernández-Rivas, Y. Farran-Leiva, "Una plataforma de evaluación automática con una metodología efectiva para la enseñanza/aprendizaje en programación de computadores", Ingeniería. Rev. Chil. Ing. pp. 265-277, 2011.
- [19] C. Areias and A. Mendes. "A tool to help students to develop programming skills". Proceedings of the 2007 international conference on computer systems and technologies. 1-7. 2007.
- [20] P. Del Canto, I. Gallego, J. M. López, J. Mora, A. Reyes, E. Rodríguez, K. Sanjeevan, E. Santamaría, and M. Valero, "Diferentes usos de aprendizaje cooperativo en asignaturas de introducción a la programación de ordenadores", Jornada Nacional sobre Estudios Universitarios. 2008.
- [21] A. Pardo Sánchez, "Programación en C con aprendizaje activo, evaluación continua y trabajo en equipo: caso de estudio". XVI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (16es: 2010: Santiago de Compostela). pp. 232-238, 2010.
- [22] M. López, E. Fernández, and P. Massé, "Grupos de aprendizaje colaborativo en programación," XV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, pp. 414-423, 2009.
- [23] M. De la Cruz, "Un modelo de lección magistral para un aprendizaje activo y cooperativo," Cursos y Conferencias de Innovación y Desarrollo docente, 2004.
- [24] D. L. Finkel, "Dar clase con la boca cerrada," Universidad de Valencia. Servicio de Publicaciones, 2008.



**Juan M. Alberola** es un postdoc en el Departament de Sistemes Informàtics i Computació de la Universitat Politècnica de València. Obtuvo su doctorado en Inteligencia Artificial en 2013 y sus áreas de interés incluyen sistemas multiagente, organizaciones, smart grid, mercados electrónicos y sistemas de mejora de la calidad docente.



**Ana Garcia-Fornes** es profesor en el Departament de Sistemes Informàtics i Computació de la Universitat Politècnica de València. Sus áreas de interés incluyen inteligencia artificial de tiempo real, sistemas de tiempo real, infraestructuras de sistemas multiagente y sistemas operativos basados en agentes.