

# Incremento de la motivación en el aprendizaje de enseñanzas informáticas mediante herramientas maker

Juan Pedro Domínguez-Morales    Ricardo Tapiador-Morales    Daniel Gutiérrez-Galán    Antonio Ríos-Navarro    Angel Jimenez-Fernandez    Lourdes Miro-Amarante    Manuel Jesús Domínguez-Morales

Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores  
Universidad de Sevilla  
Sevilla

{jpdominguez,ricardo, dgutierrez, arios, ajimenez, lmiro, mdominguez}@atc.us.es

## Resumen

La enseñanza de asignaturas del ámbito de la informática está experimentando un gran cambio. La motivación del alumnado se encuentra en proceso de una recesión. Ésta, históricamente, se ha relacionado con el alumnado, pero no es del todo correcto. Es obligación del profesor aportar argumentos en la docencia para facilitar esta motivación. En este trabajo se ahonda acerca de esta discusión, incidiendo en las posibles causas. Como caso práctico, se explica la metodología implementada en una asignatura impartida en dos centros (y ciudades) diferentes y con idéntico contenido. Esta asignatura pertenece a un grado compartido entre Universidad de Sevilla y otra universidad, impartándose en ambas sedes por igual y con un temario idéntico. Mientras ésta asignatura posee históricamente un enfoque más clásico, desde la Universidad de Sevilla se ha dado un giro en su metodología de docencia. Esta actualización de contenidos y aprendizaje basado en proyectos se detalla aquí, así como los resultados obtenidos.

## Abstract

The teaching of subjects in the informatics field is undergoing a drastic change. Student motivation is experimenting a recession. Motivation historically has been associated to students, but that statement is not entirely correct. The obligation of providing arguments in order to motivate students is a part of the teachers work too. This paper delves into this discussion, focusing on the possible causes of these problems. As a practical matter, it delves into the teaching methodology implemented in a subject taught in two different centers (and cities), but with the same content. This subject is imparted in an engineering degree that is part of a joint project between the University of Seville and other one, so it

is imparted in both sites equally and with an identical agenda. While this subject has a more classical approach at most universities, from the University of Seville its teachers have modified the teaching methodology. This content update, the project-based learning and the obtained results are detailed here.

## Palabras clave

Herramienta Maker, Microcontrolador, Motivación, Actualización de contenido.

## 1. Motivación

La universidad acarrea varios años con una congelación del número de plazas para nuevo profesorado; sin embargo, normalmente son las nuevas generaciones las que dan un nuevo impulso a las metodologías y contenidos impartidos en las asignaturas relacionadas íntimamente con las nuevas tecnologías.

Esto se une al sedentarismo medio del profesorado experimentado de estos campos, de forma que existen asignaturas que no reciben actualización de contenidos en más de cinco años de impartición. ¿Es esto un factor importante en la desmotivación que se está extendiendo entre la comunidad estudiantil? ¿Se trata simplemente de una consecuencia de la desmotivación del profesorado por el feed-back recibido por parte del alumnado? ¿Qué es consecuencia de qué?

Si bien es cierto que pueden apreciarse certezas en ambos enfoques, este equipo de trabajo ha decidido actuar en vez de seguir apreciando la esta evolución; cuyo resultado se antoja no muy halagüeño.

En este trabajo se describe el cambio realizado sobre una asignatura del ámbito de la informática (más concretamente de la electrónica) en el plan de estudios de un grado no muy relacionado con dicha rama de la ciencia (de nueva impartición y una única promoción de egresados). Si bien se podrían aportar datos más concretos de la asignatura, titulación y universidad comparada, se han preferido obviar para

no suscitar ningún tipo de malestar. Este grado en se imparte de forma conjunta entre la Universidad de Sevilla con otra universidad, focalizándose en la inclusión de conocimientos ingenieriles e informáticos en el ámbito médico para formar profesionales capacitados de servir de puente de conexión entre estas dos ramas tan diferentes en todos los niveles.

El resto de trabajo se divide de la siguiente forma: se describe las herramientas utilizadas; luego la metodología utilizada en la Universidad de Sevilla; a continuación, se realiza la comparativa de la metodología con respecto a su homóloga de la otra universidad para, finalmente, presentar las conclusiones y resultados obtenidos.

## 2. Metodología

Se optó por hacer un cambio radical en los contenidos de las prácticas de la asignatura con el fin de motivar al alumnado e introducirlos en el mercado laboral [1]. El profesorado que abordó esta asignatura desde su inicio se sitúa dentro del cuarto cuartil del departamento en cuanto a edad y experiencia. ¿Es posible que un profesorado más joven, más empático con el alumnado y con nuevas ideas sea capaz de obtener unos resultados aceptables? La respuesta, tal como se podrá observar al final, es un rotundo “sí”.

Aunque todos los instrumentos en el ámbito médico aplican tratamientos analógicos sobre señales, casi todos están gobernados por un computador de propósito específico o microcontrolador; encargado de controlar el funcionamiento del instrumento y realizar la toma de muestras y devolución de resultados. Por ello que se llegó a la conclusión de plantear una serie de sesiones prácticas focalizadas en el aprendizaje y manejo de un microcontrolador para controlar una actuadores y sensores; aplicando los conocimientos de instrumentación mediante una plataforma novedosa y amena. De entre todos los microcontroladores susceptibles de poder ser utilizados, se optó por uno que requiriese poco conocimiento previo, siendo el elegido un microcontrolador de la familia STMicroelectronics (ST Núcleo F411). La necesidad de utilizar un microcontrolador simple se debe a los 1.5 créditos ECTS de prácticas (15 horas). Adicionalmente es necesario introducir al alumno en el material de laboratorio pero, a diferencia de las prácticas comunes de instrumentación, se tiende a minimizar estas sesiones a favor del trabajo con el microcontrolador.

Se ha aplicado una metodología pedagógica de aprendizaje basado en proyectos (PBL, project-based learning) [2, 3]. Ésta ha sido tratada ampliamente en numerosos trabajos [4, 5] y, a pesar de ser relativamente nueva, ha demostrado ser eficaz en la enseñanza de las más diversas ramas de conocimiento [6].

Cada sesión práctica está compuesta por un boletín propio, que contiene una introducción teórica de los conocimientos de dicha sesión, un estudio previo

(buscar información) y una serie de ejercicios a realizar en el laboratorio. Éstos se subdividen en ejercicios básicos y avanzados: los básicos tienen el objetivo de introducir al alumno en la materia de dicha práctica y obtener soltura; los ejercicios están pensados para integrarse en un proyecto mayor. Cada práctica posee entre tres y cinco ejercicios básicos, frente a uno o dos ejercicios avanzados.

La finalidad de los ejercicios avanzados es que se vayan integrando hasta obtener un instrumento completo, cuyas partes se han ido desarrollando práctica a práctica. Será la sesión final la elegida para dedicarla a unificar estos ejercicios. Con motivo de fomentar el trabajo en equipo, esta sesión se realiza por parejas, de forma que integrarán el trabajo realizado por cada uno de los alumnos para desarrollar los instrumentos [7]. Debido a la complejidad de los instrumentos y a la falta de tiempo, se permite a cada pareja elegir dos de ellos. Aun así, los ejercicios avanzados están pensados para ser utilizados en cualquier instrumento: no se necesita elegir los instrumentos al comienzo.

Al ser una asignatura de tercer curso y con casi 40 alumnos por curso (12-13 alumnos por grupo de laboratorio), se lleva a cabo una evaluación más personal: realizando prácticas en grupo, existe un integrante más activo y que, de forma inconsciente, provoca que el compañero no adquiera todos los conocimientos. Por ello, aunque la sesión final requiera trabajo en grupo, ambos alumnos han trabajado de forma individual durante el curso y, de esta forma, son dos elementos activos en la práctica final.

En la evaluación de las prácticas, se contabiliza:

- Asistencia y actitud: modificador positivo o negativo de la nota. Se obliga la asistencia, al menos, un 80% de las sesiones.
- Estudios previos: aspecto investigador del alumno. 10% de la calificación práctica.
- Trabajo diario: aprendizaje del alumno mediante el trabajo de cada sesión. No se requiere que el alumno complete la totalidad de los ejercicios, sino que comprenda y demuestre los conocimientos. Hasta un 20% de la nota de prácticas.
- Memoria final: memoria individual que consta de dos partes: trabajo realizado en las sesiones prácticas y, por otro lado, la integración y desarrollo de la práctica final. 50% de la calificación.
- Presentación: cada pareja presenta en público uno de los dos instrumentos, haciendo hincapié en la comparativa con instrumentos actuales. 20% de la calificación de las sesiones prácticas.

Como complemento, se habilita un laboratorio propio del departamento a disposición del alumnado. Este laboratorio está reservado para uso íntegro por alumnos de trabajo fin de grado, trabajo fin de máster y alumnos internos. Está equipado con un acceso mediante tarjeta universitaria y dos armarios (apertura con tarjeta) para almacenar material. Así, se permite

al alumnado continuar con los ejercicios de las sesiones prácticas fuera de horario, pero manteniendo control sobre el material. Estas tareas fuera de clases no son obligatorias, pero repercuten en el resultado. Habilitar laboratorios como “salas de estudio” donde el alumno dispone libremente del material, ya ha sido probado satisfactoriamente en otros trabajos [8], incidiendo positivamente en el interés y motivación del alumnado. Si el proyecto resulta atractivo, se esforzarán más por terminarlo, obteniendo un aprendizaje más profundo en la materia y, consecuentemente, un mayor éxito en la asignatura.

Resumiendo, se fomenta el aprendizaje basado en proyectos (PBL o ABP) [2, 3], de forma que se construye de forma modular un proyecto de gran envergadura; se fomenta el trabajo en equipo al integrar las diversas sub-tareas en el diseño final; y, por último, se permite disponer del material libremente sin riesgo de pérdida. Una vez comprendida la metodología, se describe el material del que se hace uso, exponiendo algunos de los elementos utilizados durante el curso.

### 3. Herramientas

Se hace uso de una serie de herramientas no muy frecuentemente utilizadas en asignaturas de este ámbito en una titulación de esta índole.

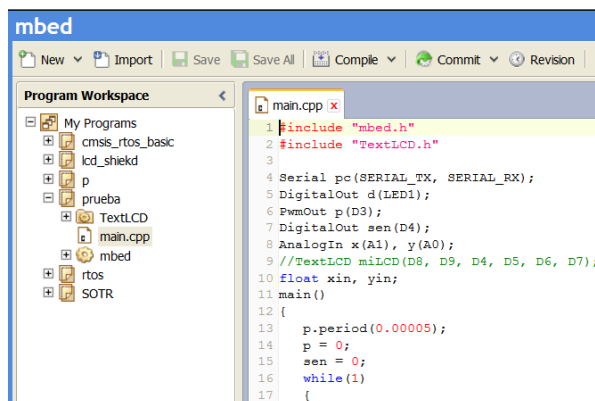


Figura 1: Entorno de desarrollo mbed.

El conjunto de herramientas de las que se componen las sesiones incluyen un entorno de programación online y gratuito, con una amplia comunidad de desarrolladores, una placa de evaluación potente con la que poder desarrollar de manera simple, un conjunto de sensores y actuadores a utilizar y los componentes básicos para desarrollo de prototipos electrónicos.

Con una comunidad moderna y joven, este entorno se asemeja a un entorno de desarrollo local, pero con la facilidad de su uso vía navegador web: se evitan problemas de licencias y/o incompatibilidades con sistemas operativos; aparte de facilitar su uso por parte del alumnado en caso de continuar con el trabajo fuera de las sesiones de laboratorio.

Este entorno (ver Figura 1) está pensado como un estudio de diseño de alto nivel, que permite su síntesis para un gran número de placas de evaluación de diversos fabricantes: un mismo desarrollo podrá ser sintetizado para dos placas diferentes con una simple modificación en un recuadro desplegable.

El entorno hace uso del lenguaje C++ para programar los microcontroladores, integrando una serie de librerías propias para configurar y hacer uso de un gran sinfín de placas de expansión, sensores y actuadores; aspecto de agradecer por un alumnado inexperto en la materia que lo que busca es un desarrollo vistoso con una dificultad media-baja.

#### 3.1. Placa de evaluación ST Núcleo

El elemento más importante a utilizar es la placa de evaluación con el microcontrolador integrado. Esta placa permite una comunicación y programación muy cómodas gracias a la integración del programador “ST-Link” en ella, evitando hacer uso de un programador externo. Tanto comunicación como programación se realizan a través del puerto USB. El microcontrolador utilizado es de la familia STMicroelectronics (ver Figura 2), concretamente el F411. Con sus características se pueden completar todas las tareas que se les exige y mucho más.

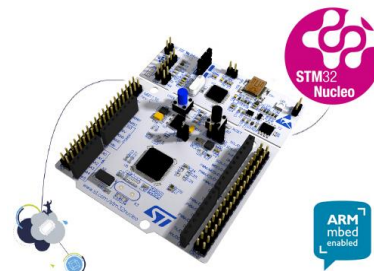


Figura 2: Placa ST Nucleo F411

#### 3.2. Herramientas adicionales

En este aspecto se pueden apreciar elementos como placas de prototipado, cableado vario y gran cantidad de componentes de bajo nivel como diodos emisores de luz, pulsadores, resistencias, etc. Además de ello, y para el correcto desarrollo de las sesiones de laboratorio, se les aporta un gran número de actuadores y sensores (tanto analógicos como digitales) para poder completar todas las tareas.

### 4. Comparativa

Para poder realizar una comparativa cualitativa y cuantitativa, se precisa de la metodología aplicada en la asignatura de la otra universidad, pudiendo obtenerse de su web pública. Destaca lo siguiente:

- Objetivos de aprendizaje: Identificar los principales bloques funcionales de un sistema, características y requerimientos; caracterizar un sen-

sor o sistema de medida; utilizar los principales componentes, circuitos y técnicas utilizadas en la adquisición, el acondicionamiento, la amplificación y el filtrado de las señales; reconocer y diseñar circuitos básicos de acondicionamiento.

- Evaluación: control a mediados de cuatrimestre y examen final en la fecha designada por el centro; ambos teórico-prácticos.
- Laboratorio: sesiones individuales con entregables en los que el alumno rellena un cuestionario sobre el montaje realizado.
- Material de laboratorio: fuentes de alimentación, osciloscopios, generadores de funciones y circuitería analógica clásica.

Con este resumen, se pueden analizar diferencias y resultados.

Desde su instauración, la asignatura ha recibido un incremento lineal de alumnos en los tres cursos académicos que ha sido impartida. Comenzando con un grupo inferior a 15 alumnos, esta asignatura posee actualmente tres grupos de laboratorio con un total de casi 40 alumnos; se ha necesitado desdoblar grupos de prácticas en cada uno de los cursos académicos en los que se impartió (1 grupo en el curso 2013-14, 2 en el curso 2014-15 y 3 en el presente). Cabe destacar que ninguna otra asignatura del mismo curso ha tenido que realizar ningún desdoble en los tres años de impartición. En cuanto a la asignatura impartida en la otra universidad, posee la misma cantidad de grupos que en su primer año de impartición, no superando los 20 alumnos en ninguno de los cursos.

Otro aspecto a nivel cualitativo es el porcentaje de absentismo. Mientras que la media de la titulación roza el 30% de absentismo, esta asignatura posee un nivel inferior al 10%; con una media del 7%. A nivel cuantitativo, la tasa de éxito ronda el 95%, no llegando a un porcentaje mayor debido a alumnos que no comparecen en todo el curso. Su homóloga en la otra universidad no supera el 60%.

A nivel meramente testimonial, dos antiguas alumnas (egresadas y con trabajo) añaden que “la asignatura posee las mejores prácticas que hemos realizado en la carrera... La teoría es compleja, pero cuando la aplicas en el laboratorio, estos inconvenientes quedan en un segundo plano. Es una pena que no hubiera más asignaturas tan motivadoras como ésta” (alumna que cursó el bachillerato de “Ciencias de la Naturaleza”).

Como dato más cuantitativo, se aportan los resultados de la valoración del profesorado por parte del alumnado en los dos primeros (los del presente curso no se podrán consultar hasta después de verano). Si bien estos resultados aportan únicamente información de la asignatura de la Universidad de Sevilla, por motivos de privacidad no se puede tener acceso a las encuestas de la otra universidad. Estas encuestas se realizan cuando se ha cursado el 80% de la asignatura y no se ha realizado ningún tipo de examen aún.

	2013-14	2014-15
<i>Media universidad</i>	3,742	3,989
<i>Media titulación</i>	3,815	3,966
<i>Media área</i>	3,733	3,856
<i>Profesor AFJF</i>	4,228	4,413
<i>Profesor MJDM</i>	4,142	4,317

## 5. Conclusiones

Se ha podido observar que la metodología docente aquí expuesta supone un cambio significativo con respecto a lo que se puede encontrar en asignaturas similares. No en vano, se ha comparado con la misma asignatura de la misma titulación, pero impartida en un centro diferente. Las variaciones de una a reflejan una diferencia significativa en cuanto a la motivación e implicación del alumnado.

¿Es suficiente como para modificar la forma de pensar del profesorado sedentario? Siempre habrá argumentos que indiquen lo contrario; pero, desde un punto de vista egoísta, los autores de este trabajo decidieron focalizar su atención en el alumnado, a expensas del tiempo dedicado a la asignatura.

Como conclusión cualitativa, los microcontroladores son una tecnología en auge y su uso debe sopesarse como alternativa a gran cantidad de asignaturas que viven estancadas en los 80; nuestros profesionales precisan de conocimientos actualizados y ha de ser el profesorado el que incentive este cambio.

## Referencias

- [1] Brown, G. et al., 1988. Effective teaching in Higher Education. Ed. Routledge. Londres.
- [2] Solomon, G., 2003. Project-Based Learning: a Primer. Technology and Learning, 23, 20-30.
- [3] Labra, J.E. et al. 2006. Una Experiencia de aprendizaje basado en proyectos utilizando herramientas colaborativas de desarrollo de software libre. JENUI.
- [4] Markham, T., 2003. Project Based Learning, a guide to Standard-focused Project based learning for middle and high school teachers. Buck Institute for Education.
- [5] Solomon, G., 2003. Project Based Learning: a Primer, Technology a Learning. Vol. 23, no.6.
- [6] Dolmans, H, et al., 2005. Problem-based learning: future challenges for educational practice and research. Blackwell Publishing Ltd. Medical Education, 39.
- [7] Fuentes, P. et al., 1997. Técnicas de trabajo individual y de grupo en el aula. De la teoría a la práctica. Ed. Pirámide.
- [8] Hedley, M. et al., 1998. An undergraduate microcontroller systems laboratory. IEEE Transactions on Education, vol. 41, issue 4.