

Prácticas de proyectos en sistemas digitales basados en plataformas de hardware libre en equipos de trabajo colaborativos e internacionales

BANCO DE BUENAS PRÁCTICAS DOCENTES

MARÍA CRISTINA RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ
PINAKI CHAKRABORTY
NORBERTO MALPICA

Estructura

1. La práctica:

- **Título:** Prácticas de Proyectos en Sistemas Digitales basados en plataformas de hardware libre en equipos de trabajo colaborativos e internacionales
- **Curso Académico:** 2017/2018
- **Asignatura:** Sistemas Electrónicos Digitales
- **Área/Titulación:** Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales
- **Grupo de Estudiantes:** Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

2. Realizando la práctica:

Resumen

Proyectos en Sistemas Digitales basados en software y hardware libre. Los proyectos estaban relacionados con la seguridad en el hogar, la asistencia a las personas mayores, el lavado automático de coches, el control remoto de coches, los semáforos adaptativos y el sistema de riego automatizado. Cada equipo tenía que elaborar un diseño del proyecto, diseñar una solución, simular la solución utilizando el software apropiado, implementar la solución en hardware y preparar un informe. Después, tenían que mostrar el proyecto digital a los compañeros de clase, también a través de video-conferencias a los compañeros del grupo de la India. Todos los alumnos participaban también en una evaluación extra, donde los mejor valorados podían compartir sus proyectos en las redes sociales.

Justificación

Los proyectos de colaboración permiten a los estudiantes de ingeniería aprender unos de otros y mejorar las habilidades necesarias para trabajar en equipo. Realizamos un estudio en la primavera de 2018 en el que 12 estudiantes españoles que estudiaban ingeniería electrónica y 12 estudiantes indios que estudiaban ingeniería informática trabajaron juntos en pequeños equipos para resolver proyectos sobre sistemas electrónicos digitales. El objetivo del estudio era proporcionar una oportunidad a los estudiantes para desarrollar soluciones interdisciplinarias a problemas del mundo real y trabajar en equipos diversos e internacionales.

Objetivos y metodología

Los estudiantes primero adquieren una base de Sistemas Digitales. Además, se les da material en sistemas embebidos y microcontroladores. Después, siguen unos cuadernillos para adquirir competencias en programación, el entorno de trabajo de Arduino, sensores y actuadores. Cuando han llegado a este punto, se les enseña a diseñar proyectos digitales que tendrán que implementar en un entorno simulado y luego real. Los estudiantes utilizaron el simulador de Autodesk Tinkercad Circuits para simular y optimizar sus soluciones. Se hizo hincapié en el uso óptimo de los sensores y actuadores en cada proyecto. Los estudiantes finalmente implementaron su solución usando hardware basado en Arduino. Los instructores y los estudiantes de ambos países colaboraron a través del correo electrónico, el intercambio de archivos y las videoconferencias durante el estudio. Los estudiantes tuvieron que completar el proyecto en 5 semanas y pasaron casi el mismo tiempo en la simulación de software y la implementación de hardware.

Resultados

Los equipos invirtieron entre 40 y 92 horas de trabajo en sus proyectos. Observamos que los equipos dedicaron entre el 22% y el 29% de su esfuerzo a diseñar una solución al problema que se les asignó. Los equipos dedicaron entre un 14 y un 33% de su esfuerzo a la simulación de software y hasta un 36% a la implementación de hardware de sus proyectos. Invertieron más tiempo del habitual en el curso (21% más). Este resultado confirma que estaban muy motivados para documentar la información para que pudiera ser compartida y evaluada con otros compañeros de clase. En otras palabras, estaban más interesados. Esto tiene beneficios con el empoderamiento del estudiante que se siente más cercano y participativo en el proceso de aprendizaje.

Además, los estudiantes que participaron en la experiencia formaron parte del curso de Sistemas Electrónicos Digitales de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, mientras que en la India formaron parte del curso de Sistemas Operativos de la Licenciatura en Ingeniería Informática.

La evaluación del bloque práctico del curso se dividió de la siguiente manera: 30% para los folletos realizados para la preparación del proyecto final y las especificaciones realizadas desde el diseño hasta la implementación final; 30% para la demostración en vivo y el vídeo; 30% para el informe del proyecto y 10% para las respuestas a las preguntas durante la presentación. Los alumnos del curso de Sistemas Electrónicos Digitales en España fueron evaluados para la asignatura de Sistema Electrónico Digital. Un grupo de 12 estudiantes en España participó en la experiencia. El resto de los alumnos siguieron la misma documentación y especificaciones, pero en español sin formar equipos internacionales.

Los estudiantes que participaron en la experiencia internacional obtuvieron un promedio de 1.43 más alto que los que no participaron en la experiencia. La razón es que obtuvieron 1,8 puntos más en el informe escrito y en la demostración. En el informe, tanto el diseño como la selección de los requisitos finales del proyecto eran más detallados. Esto se debió a la metodología de trabajo llevada a cabo en esta materia. El hecho de que los estudiantes tuvieran que compartir información con personas ajenas a su universidad, les hizo cuidar más el trabajo entregado ya que todos los compañeros lo evaluaron y los profesores de la experiencia.

Factores no técnicos:

Los estudiantes proporcionaron retroalimentación positiva sobre los aspectos no técnicos del estudio (Figura 2). Los estudiantes consideraron que las herramientas en línea eran fáciles de usar (puntuación media en una escala de Likert de 5 puntos, $m = 4$), tenían una buena experiencia de trabajo en un equipo multinacional ($m = 4$), estaban satisfechos con la calidad de la comunicación con los compañeros de equipo del otro país ($m = 4$) y tenían una experiencia de aprendizaje útil en general ($m = 5$).

En sus comentarios subjetivos, los estudiantes dijeron que podría haber habido mejor comunicación y equilibrio de carga entre los compañeros de equipo de los dos países. Sin embargo, dijeron que el estudio fue una buena iniciativa y que participaron en él con entusiasmo. Los resultados del estudio comparativo mostraron la eficacia del modelo propuesto, ya que los estudiantes que llevaron a cabo actividades de e-learning colaborativo personalizado obtuvieron mejores resultados en el curso. Estos hallazgos fomentan una mayor aplicación del modelo a otros cursos de informática. Las figuras 3 y 4 muestran algunas imágenes de las diferentes etapas de la experiencia.

Además, esto también ha afectado positivamente la calificación final del curso, no sólo el borrador final. Como se puede ver en el cuadro V, las medidas estadísticas son mejores. Además, en la Fig. se muestra la clasificación de la puntuación. Hay 4 tipos de clasificación (SB - 8.5 y 10 puntos; NT - 7 y 8.4 puntos; AP - 5 y 6.9 puntos; y falla por 0-4.9 puntos). Este gráfico muestra cómo hay un porcentaje más alto de buenas calificaciones que de malas calificaciones en los grupos de

experiencia de ambas universidades. De hecho, en la Tabla VI incluimos estas diferencias. Hay menos estudiantes que suspenden el curso.

Tabla III. Porcentaje de participación. Estudiantes de la URJC y NSUT

Entity	Group 1 - percentage (%)	Group 2 - percentage (%)
URJC	25	75
NSUT	10,5	89,5

Tabla IV. Puntuación relacionada con el proyecto digital y el curso final

PROJECT SCORE	Mean	Max	Min	σ
URJC - Group 1	8,345483871	9,1	5	3,318084415
NSUT- Group 1	7,705217391	9	4,1	1,91336478
URJC - Group 2	9,193076923	10	7,9	1,076371287
NSUT - Group 2	8,716666667	9	7,9	0,876017139
SCORE COURSE	Mean	Max	Min	σ
URJC - Group 1	5,394242424	8,81	0,23	2,225933962
NSUT- Group 1	7	8,2	4	1,41336478
URJC - Group 2	6,393076923	10	4	1,992618627
NSUT - Group 2	7,6	10	4	0,376017139

Tabla V. Puntuación relacionada con el proyecto digital y el curso final

Group 2 – Group 1	Mean	Max	Min	σ
URJC - project score	0,8475930	0,9	2,9	-2,241713127
NSUT - project score	1,0114492	0	3,8	-1,03734764
URJC - course score	0,99883449	1,19	3,77	-0,233315334
NSUT - course score	0,6	1,8	0	-1,03734764

Tabla VI. Puntuación relacionada con el proyecto digital y el curso final

TYPES OF SCORE	Group1 – Group2 (SB)	Group1–Group2 (NT)	Group1-Group2 (AP)	Group1-Group2 (SUS)
URJC	12,44%	5,43%	-10,41%	-7,47%
NSUT	48,91%	-25,43%	-18,26%	-5,22%

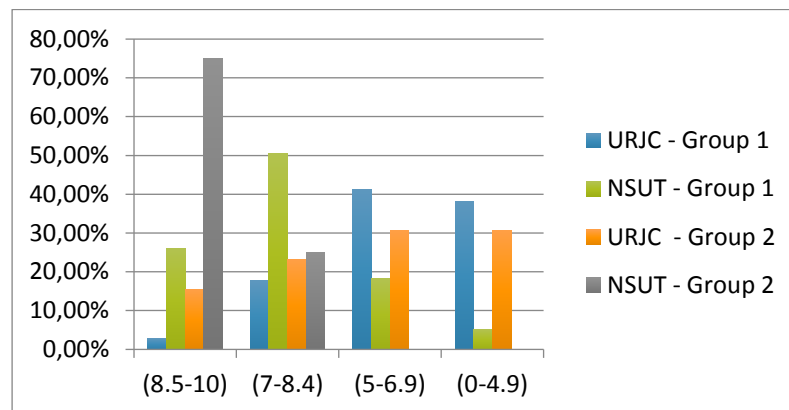


Figura 1. Feedback de estudiantes sobre aspectos no técnicos del estudio

3. El equipo docente:



María Cristina Rodríguez-Sánchez, nacida en Madrid (España) en 1982. Realizó un “Máster en Informática” en 2005 y posee un “Doctorado en ingeniería informática y nuevas tecnologías de la información” por la Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, España en 2009. Actualmente es profesor visitante en la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Sus actuales intereses de investigación son la electrónica para servicios de *context-aware*, sistemas digitales e inalámbricos, aplicaciones móviles, aplicaciones de accesibilidad, aplicaciones *mHealth* y bioingeniería.



Pinaki Chakraborty, obtuvo su Licenciatura en Tecnología por la Universidad Indraprastha en 2006, y posee los títulos de Máster y Doctorado en Tecnología por la Universidad Jawaharlal Nehru en 2008 y 2013 respectivamente. En 2014 entró a formar parte de la Universidad Netajii Subhas of Technology como profesor asistente. Sus áreas de investigación incluyen el software educacional, software de sistemas e interacciones humano-ordenador.



Norberto Malpica, Máster y Doctorado en Ingeniería Eléctrica por la Universidad Politécnica de Madrid en 1995 y 2004, respectivamente. Actualmente es profesor asociado en la Universidad Rey Juan Carlos. Sus investigaciones se centran en visión artificial, tecnología biomédica y métodos innovadores para la investigación traslacional.