

Una experiencia practica de aprendizaje basado en proyecto en una asignatura de robótica

Nourdine Aliane, Sergio Bemposta, Javier Fernández, Verónica Egido

Departamento de Arquitectura de computadores y Automática
Universidad Europea de Madrid,
Villaviciosa de Odón, s/n (28670) Madrid (Spain)
nourdine.aliane@uem.es

Resumen

En este trabajo se presenta una experiencia de introducción de la metodología de aprendizaje basado en proyecto (ABP) en una asignatura de robótica. La metodología de ABP ha sido implementada de forma parcial y solo afecta a los créditos prácticos de la asignatura. Un solo proyecto ha sido propuesto para toda la clase y consiste en el desarrollo de un sistema de juego de damas contra un robot manipulador. Es un proyecto multidisciplinar e integra varias tecnologías: la robótica, la visión por ordenador y la inteligencia artificial.

En este artículo, en primer lugar, se presentan el entorno académico y los condicionantes para la introducción de la metodología ABP. Seguidamente, se describen los elementos claves para la elección del proyecto así como la descripción de algunos detalles técnicos del mismo. A continuación, se detallan las acciones realizadas para llevar a la práctica la metodología ABP. Finalmente se presenta una valoración cualitativa de nuestra experiencia.

1. Introducción

En el nuevo escenario educativo que resulta del proceso de armonización del Espacio Europeo de Educación Superior [6], se pone de manifiesto la necesidad de un modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en el alumno y se plantea claramente la necesidad de desarrollar en el alumno no solamente habilidades específicas al campo de conocimiento al que estén orientados los planes de estudios, sino también otras competencias complementarias y generales muy demandadas en el mundo profesional.

En este contexto, la educación superior se está adaptando a las nuevas circunstancias realizando cambios en el paradigma educativo a través de diversas iniciativas de innovación docente basadas en las metodologías docentes activas como el aprendizaje basado en problemas, método el caso, aprendizaje basado en proyectos, etc.

En nuestro caso, queremos introducir una acción docente activa en una signatura de robótica de quinto de informática marcando como objetivos elevar la motivación de los alumnos, mejorar su aprendizaje y desarrollar competencias generales como el trabajo en equipo, la innovación y la iniciativa, etc. Para esto, pensamos que la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP en adelante) es la más apropiada.

Al ser una metodología completamente nueva para nosotros, hemos optado por una implantación parcial de la misma, y que la metodología ABP solo afecta a los créditos prácticos de la asignatura. Por otro lado, hemos optado en proponer un solo proyecto para toda la clase, el cual consiste en el desarrollo de un sistema del juego de damas contra un robot manipulador.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma: en la sección 2 se darán las claves de la metodología ABP. La sección 3 establece el entorno docente y los diferentes condicionantes de la puesta en marcha de ABP. En la sección 4, se formulan las razones que avalan la elección de nuestro proyecto de apoyo a la metodología ABP. En la sección 5, se explican los pasos más importantes en la implantación de metodología ABP. La sección 5 recoge la valoración de nuestra experiencia de forma cualitativa, y finalmente, la sección 6 concluye este trabajo.

2. La metodología ABP

La metodología ABP se empezó a aplicar a finales de los 70 en la enseñanza de la medicina en la Universidad de McMaster, Canadá [11] para combatir el problema de desmotivación de los estudiantes. Desde entonces, esta metodología ha ido ganando adeptos y actualmente se considera especialmente adecuada para abordar muchos de los retos de la educación superior [16]. Su aplicación en el campo de la informática llega más tarde, pero ya se considera como una metodología madura en este campo [3], [4].

El proceso de aprendizaje en la metodología ABP [14] se basa en el desarrollo de un proyecto que establece una meta como producto final. Su consecución exigirá el aprendizaje de conceptos técnicos y de actitudes. La metodología ABP solo estará en sintonía con los objetivos del EEES si el alumno toma un papel importante en el desarrollo del proyecto, y por ende, en el proceso de aprendizaje en el que estará inmerso.

Las características más relevantes de la metodología ABP son:

- La metodología del ABP se desarrolla en un entorno real y experimental. Esta circunstancia ayuda a los alumnos a relacionar los contenidos teóricos con el mundo real, y esto recae en la mejora de la receptividad para aprender los conceptos teóricos.
- El alumno tiene un papel activo en el proyecto y marca el ritmo y la profundidad de su propio aprendizaje.
- El ABP motiva a los alumnos, por lo que se puede tomar como un instrumento ideal para mejorar el rendimiento académico de los alumnos y su persistencia en los estudios.
- El ABP crea un marco ideal para el desarrollo de varias competencias generales como el trabajo en equipo, la planificación, la innovación y la creatividad, la iniciativa, etc.

2.1. ABP y la robótica

La utilización de la tecnología como medio en la docencia no se limita a la utilización del ordenador y a los medios multimedia clásicos, sino estamos asistiendo a la utilización de los robots a modo de herramienta educativa y está ganando cada vez más popularidad [5]. En efecto, en muchos casos, los robots están presentes en el aula no con el fin de enseñar la disciplina de la

robótica propiamente dicha, sino aprovechar su carácter multidisciplinar para activar procesos cognitivos que propicien un aprendizaje significativo y un acercamiento al mundo de la ciencia y la tecnología. El sistema de LEGO MINDSTORM es un buen ejemplo y está siendo utilizado a gran escala no solamente en la educación, sino también en proyectos de investigación [7], [8].

En general, un proyecto de robótica integra varias tecnologías y, en consecuencia, propicia un aprendizaje multidisciplinar. Es más, el reto que supone para un alumno diseñar y construir un sistema real, le permite adquirir los conceptos con cierta profundidad y le permite entrar en una dinámica de aprendizaje autónomo y el desarrollo de varias competencias como la iniciativa y la innovación. Estas características hacen que los proyectos de robótica sean muy apropiados en la implantación de la metodología de ABP [10]. En los trabajos [9], [13], [12] y [15], podemos encontrar varias experiencias relacionadas con la utilización de los robots en el marco de ABP.

3. El entorno docente

La asignatura de robótica es una asignatura optativa del plan de estudios de ingeniero en informática. Es cuatrimestral y se cursa en el quinto curso. Es una asignatura especialmente pensada para ingenieros en informática y su contenido está relacionado con los aspectos computacionales como la implementación de los algoritmos del control cinemático, la planificación de trayectorias, la programación de los robots y la integración de otras tecnologías como la visión por computador o la inteligencia artificial.

El carácter multidisciplinar de la asignatura hace que sea relativamente fácil proponer proyectos de cierta complejidad, y por lo tanto, ofrece condiciones idóneas para introducir la metodología ABP. Por otro lado, la implantación por primera vez de una metodología nueva, y sin contar con la experiencia previa de otros, nos ha planteado varias dudas. Ante esta situación, hemos optado por una implantación parcial de la metodología ABP. Esto nos lleva a definir un modelo mixto que consiste en dividir la asignatura en dos bloques. El primer bloque consta de contenidos teóricos e impartidos siguiendo la enseñanza tradicional. El segundo bloque es

práctico y enfocado al desarrollo de un proyecto dentro del marco de la metodología ABP, y esta parte representa aproximadamente el 25% la carga lectiva de toda la asignatura.

El proyecto y su alcance técnico constituyen el elemento central del proceso de aprendizaje, y por lo tanto, su elección no es trivial. Para garantizar el éxito de la implantación de la metodología ABP, hemos optado por proponer un solo proyecto para toda la clase, y permitir así, un ambiente de aprendizaje colaborativo.

4. El proyecto

El proyecto de apoyo a la metodología ABP propuesto para el conjunto de la clase consiste en el desarrollo de una aplicación de juego de damas contra un robot manipulador. Es un proyecto multidisciplinar e integra contenidos de robótica, de visión por ordenador y de inteligencia artificial. El carácter lúdico del proyecto permite mejorar sustancialmente la motivación de los alumnos, lo cual supone un valor añadido a nuestra experiencia. La elección del proyecto se apoya principalmente en los siguientes criterios:

- El proyecto es perfectamente realizable con los recursos hardware y software disponibles en nuestros laboratorios.
- Es un proyecto multidisciplinar e integra varias tecnologías que tienen una relación directa con varias asignaturas optativas de la titulación como la visión por computador o la inteligencia artificial.
- Es un proyecto con una cierta complejidad y se puede dividir en varios sub-proyectos. Esto nos permite crear varios pequeños grupos de trabajo y reforzar el desarrollo de algunas competencias.
- Es un proyecto abierto y admite varias soluciones. Los alumnos tendrán que buscar el mejor compromiso entre la sencillez de las propuestas y el tiempo necesario para su realización.
- El profesor puede brindar un asesoramiento óptimo ya que la misma aplicación ha sido desarrollada con anterioridad por el equipo del profesor [1], [2].

4.1. Los aspectos técnicos del proyecto

El proyecto de “*un robot que juega a las damas*” consiste en desarrollar una aplicación que permite

a una persona jugar a las damas contra un robot. Es un sistema que involucra un robot manipulador de tipo SCORBOT ER-IV y un sistema de visión por ordenador basado en el software MIL de MATROX. La siguiente fotografía, se puede ver el aspecto general del robot jugando a las damas.

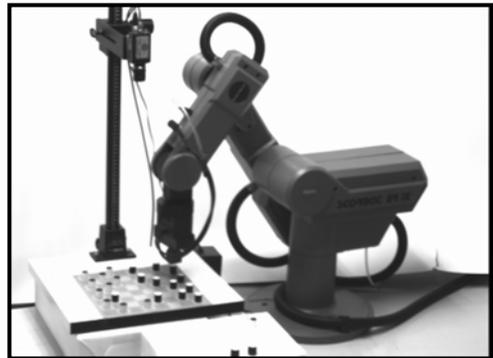


Figura 1. Un robot jugando a las Damas

El proyecto pretende desarrollar e integrar varios elementos software como la captura y procesamiento de imágenes, el control del robot, el motor de juego, las comunicaciones entre el controlador del robot y el ordenador central, etc. En la siguiente figura, podemos ver los diferentes módulos de nuestra aplicación, así como las interacciones entre si.

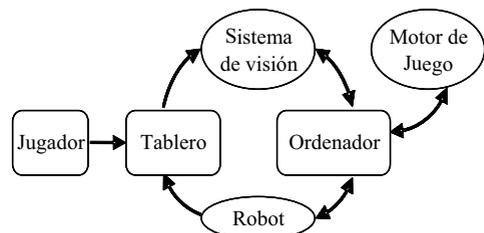


Figura 2. La interacción entre los subsistemas

La operatividad de la aplicación es cíclica que empieza con la captura de la imagen del tablero y su análisis determina la situación actual del juego. A continuación, el motor de juego basado en la estrategia Mini-max calcula las mejores jugadas. Finalmente, el robot manipulador culmina la ejecución de las jugadas. El lector puede encontrar

todos los detalles técnicos de la aplicación en las referencias [1] y [2].

5. Desarrollo de la metodología ABP

En este apartado, se van a presentar los pasos y aspectos más relevantes en lo se refiere al desarrollo de la metodología docente ABP.

5.1. La propuesta

La idea de realizar cambios en la asignatura con respecto de otros años integrando el proyecto de *“un robot que juega a las damas”* en la asignatura ha sido bien recibido por el conjunto de la clase.

En la presentación oficial del proyecto, el profesor ha hecho hincapié en que se va a desarrollar un método alternativo de aprendizaje y que el verdadero proyecto es el aprendizaje a través de un proyecto. Aún así, los alumnos han demostrado su plena predisposición para esta nueva metodología. Se ha informado correctamente a los alumnos haciendo una breve descripción de la metodología ABP dando sus principales características, y presentado la metodología como una alternativa de aprendizaje que merece la pena de explorar.

5.2. Tormenta de ideas

El desarrollo del proyecto empezó con la organización de un debate en forma de tormenta de ideas moderada por el profesor y que formula preguntas al conjunto de la clase para alentar y encauzar el debate. Todas las propuestas y sugerencias son aceptadas y registradas.

Al final de esta primera sesión, se han acordado los siguientes puntos:

- Se han identificado cuatro (04) partes independientes del proyecto, por lo que se ha alcanzado un acuerdo de dividir el proyecto en 4 sub-proyectos.
- Se ha fijado de forma aproximada los objetivos técnicos que se deben alcanzar.
- Se han inventariado los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.
- Se conformaron los grupos necesarios (3-4 alumnos) para la realización de los sub-proyectos.
- La asignación de las tareas fue consensuada y se ha hecho con el criterio de afinidad a los proyectos de fin de carrera que estaban desarrollando los alumnos.

- El primer objetivo de cada grupo ha sido la elaboración de un ante-proyecto para definir con claridad los objetivos, los hitos y una planificación de las tareas.

5.3. Método de trabajo

La clase de 14 alumnos se ha organizado en 4 grupos de (3-4) alumnos. Cada grupo tiene su sub-proyecto y han evolucionado en un ambiente de aprendizaje colaborativo; es decir, todos los integrantes han intervenido en todas y cada una de las tareas programadas en su proyecto. Por otro lado, cada grupo ha designado a un delegado para cooperar con el resto de los grupos en los aspectos de intercambio de información entre todos los módulos y su integración en la aplicación final.

El carácter abierto del proyecto admite diversos enfoques y varias soluciones. Esto ha originado un verdadero debate sobre las posibles soluciones y se ha creado un entorno favorable para el desarrollo del trabajo en equipo, la innovación y la creatividad.

El rol del profesor también es importante y no debe limitarse a observar a los estudiantes, sino, tiene que ser un catalizador del proceso de aprendizaje. Debe crear una atmósfera de confianza y fomentar la colaboración de todos los alumnos. Es importante que el profesor ceda el liderazgo del proceso y hacer que los propios alumnos sean los protagonistas del proyecto. Pero, no significa aislarse, sino tiene que estar presente, observar y ayudar a valorar las iniciativas de los alumnos. Si bien la metodología permite una cierta libertad a los alumnos, el profesor debe conocer las decisiones que se toman para poder corregirlas a tiempo y encauzar a los alumnos de nuevo para no alejarse demasiado de los objetivos marcados.

La duración del proyecto ha sido de 8 semanas, dedicando 2 horas semanales en horas laboratorio y en presencia del profesor. Por su parte, los alumnos han invertido más tiempo en las diferentes tareas de búsqueda de la información, en la asimilación de conceptos nuevos, en la realización de pruebas parciales, etc.

5.4. La sesión final

Al finalizar el proyecto, cada grupo ha tenido que entregar una memoria recalcando los aspectos técnicos más relevantes de su trabajo, y han tenido

que realizar una comunicación oral para explicar y divulgar los logros alcanzados.

Además, se ha reservado la última sesión del laboratorio para realizar una valoración técnica del proyecto y una valoración cuantitativa del proceso de aprendizaje. Los alumnos y profesor comentan y discuten conjuntamente los resultados conseguidos. La valoración técnica consistió en realizar varias demostraciones del sistema con la participación de varios alumnos ajenos a la clase. La valoración del método de aprendizaje se ha hecho en forma de debate para recoger las opiniones de los alumnos en torno a la metodología de APB.

5.5. Método de evaluación

Unos de los aspectos más difíciles de la metodología ABP es la concepción de un sistema de evaluación que sea justo. En el desarrollo de un proyecto, la evaluación se vuelve difusa ya que no se sabe exactamente que es lo que se tiene que evaluar: los conocimientos adquiridos por cada alumno o su desempeño y su aportación al proyecto, y cómo reflejar la evaluación individualizada de cada alumno que han evolucionado dentro de un grupo.

En esta primera experiencia, no hemos acordado mucha importancia a este aspecto, y nos hemos limitado en otorgar una nota simbólica que no influye en la nota global de la asignatura, y que ha tratado de reflejar la opinión del profesor sobre el desempeño de cada alumno.

6. Valoración de la experiencia

La valoración de nuestra experiencia es cualitativa basándose en la opinión del profesor y de los alumnos involucrados en la experiencia.

El profesor considera que enseñar utilizando la metodología ABP es estimulante y que es una experiencia gratificante. El nivel de entendimiento entre el profesor y los alumnos es muy elevado y se crea un entorno de aprendizaje marcado por la predisposición total de los alumnos. En términos de objetivos docentes, las actividades desarrolladas en el marco del proyecto han permitido alcanzar un nivel de aprendizaje claramente mayor que el aprendizaje que hemos ido desarrollando con las clásicas prácticas de laboratorio.

Por otro lado, los alumnos ponen de manifiesto su satisfacción por la formación recibida a través de la metodología ABP y perciben claramente que han adquirido una experiencia investigadora por su propia cuenta. Se ha valorado positivamente el nivel de motivación y de estimulación que les ha producido la experiencia.

En lo que se refiere a las competencias, los alumnos afirman que el proyecto les ha permitido adquirir una experiencia valiosa de trabajo en equipo con sus compañeros, que el proyecto les ha permitido tener sus propias iniciativas, y que no han tenido que seguir ningún guión. Finalmente, varios alumnos han afirmado que les hubiese gustado haber cursado más asignaturas siguiendo la metodología ABP.

Como consideración final, el proyecto en la metodología de ABP es en realidad un instrumento de aprendizaje. Sin embargo, los alumnos desconocen las reglas básicas de gestión de proyectos. Para optimizar el aprendizaje y el desarrollo de las competencias antes mencionadas, pensamos que el profesor tiene que proporcionar un guión de trabajo en forma de Portafolio, donde se marcan las pautas a seguir en el desarrollo del proyecto y recalcar el cumplimiento con algunas obligaciones como la entrega de resultados parciales o la exposición oral de los avances del proyecto.

7. Conclusión

En este trabajo, hemos presentado una experiencia práctica de implantación de la metodología docente de aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de robótica.

Al ser una metodología nueva para nosotros, hemos optado por una implantación parcial y que la metodología ABP solo afecta a la parte práctica de la asignatura. La parte teórica ha sido impartida siguiendo el método de enseñanza tradicional.

Un solo proyecto ha sido propuesto para toda la clase, el cual consiste en la realización de un sistema titulado "*un robot que juega a las damas*". Su carácter multidisciplinar y su complejidad nos han permitido dividirlo en varios sub-proyectos y estructurar la clase en grupos reducidos. El desarrollo del proyecto ha creado un marco ideal para el aprendizaje colaborativo y su aspecto lúdico ha permitido mantener un nivel de motivación muy alto.

El desarrollo del proyecto ha permitido a los alumnos experimentar un aspecto novedoso directamente relacionado con las competencias específicas como es la integración de varias tecnologías. El nivel de aprendizaje ha sido claramente mayor que el aprendizaje basado las tradicionales practicas de laboratorio. Por otro lado, el alumno ha tomado conciencia de los aspectos positivos y formativos relacionados con las competencias generales como el trabajo en equipo, la planificación, la innovación o la iniciativa. En definitiva, los alumnos se han sentido como verdaderos ingenieros que han participado en la concepción de un sistema complejo.

En conjunto, la experiencia ha sido positiva y que ha sido acogida favorablemente por el conjunto de los alumnos.

Referencias

- [1] Aliane, N, Bemposta, S, Gachet, D, *Robotics Lab Practices: Solving the Tower of Hanoi & Checker Playing Robots*, Weingarten, Germany, 2001.
- [2] Aliane, N, Bemposta, S, Gachet, D, *Un Robot que Juega a las Damas*, XXIV Jornadas de Automática CEA-IFAC, León, 2003.
- [3] Barg, M, *et al*, *Problem-Based Learning for Foundation Computer Science Courses*, Computer Science Education 10(2), pp1-20, 2000.
- [4] Dart, P *et al*, *Enhancing Project-Based Learning: Variations on Mentoring*, Australian Software Eng. Conference, Proceedings pp. 112-117, 1996.
- [5] Druin, A, & J. Hendler, *Robots for kids: Exploring new technologies for learning*. San Diego, CA: Academic Press, 2000.
- [6] EEES (En línea)
- [7] Gawthrop P, J *et al*, *A Lego Based Control Experiment*, IEEE Control Systems Magazine Vol 24 (5), pp 43-56, 2004
- [8] Gawthrop P, J *et al*, *Using LEGO in Control Education*, Proceeding Advances in Control Education”, pp 31-38, 2006
- [9] Grimheden M & M. Hanson, *How might Education in Mechatronics benefit from Problem Based Learning*, 4th International Workshop on Research and Education in Mechatronics, Bochum, Germany, pp 211-218, 2003
http://www.crue.org/Bolet_educ_ESP25.htm
- [10] Hung, D, *Situated cognition and ABP: Implications for learning and instruction with technology*. Journal of Interactive Learning Research, 13(4), pp-393-414, 2002.
- [11] McMaster (En línea) University 2001 *Problem-Based-Learning*:
<http://www.chemeng.mcmaster.ca/pbl/pbl.htm>
- [12] Mingyang G, *A Case to Do Empirical Study Using Educational Projects*, Journal of: Issues in Informing Science and Information Technology, Vol pp-509-520, 2004
- [13] Piguet Y, *et al*, *Hands-On Mechatronics: Problem-Based Learning for Mechatronics*. IEEE Int. Conference on Robotics & Automation, Washington D.C., USA, 2002
- [14] Solomon & Gwen, *Project-Based Learning: Technology and Learning*, 23(6), pp 20-30, 2003.
- [15] Spong, M W, *Project Based Control Education*, Proceeding in Advances in Control Education, pp 40-47, 2006
- [16] Woods, D. R *et al*. *The future of engineering education. Developing Critical Skills*. Chem. Engr. Education, 34 (2), pp-108-117, 2000