

# UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTO EN UNA ASIGNATURA DE ROBOTICA

**Nourdine Aliane**

*Departamento de Arquitectura de computadores y Automatica  
Universidad Europea de Madrid,  
Villaviciosa de Odón, s/n (28670) Madrid (Spain)  
[nourdine.aliane@uem.es](mailto:nourdine.aliane@uem.es)*

## **Resumen:**

En este trabajo se presenta una experiencia concreta de introducción de la metodología de aprendizaje basado en proyecto (ABP) en una asignatura de robótica de quinto curso de la titulación de Ingeniero en informática de la UEM. La introducción del ABP ha sido de forma parcial y solo afecta a la parte práctica de la asignatura. Nuestro enfoque se apoya en la propuesta de un solo proyecto para toda la clase, donde los objetivos marcados no se limitan al desarrollo técnico del proyecto, sino experimentar un método de aprendizaje alternativo y crear un entorno favorable para el desarrollo de competencias transversales.

En este artículo, en primer lugar, se presenta el entorno académico y los condicionantes para la introducción del ABP. A continuación se describen los elementos claves en la elección del proyecto así como los detalles técnicos del mismo. A continuación, se detallan las acciones realizadas para llevar a la práctica la nueva metodología. Finalmente se presentan los resultados de esta experiencia valorando los aspectos positivos así como las dificultades y las limitaciones encontradas en esta experiencia.

**Palabras claves:** Aprendizaje basado en proyectos, robótica, educación

## **1. Introducción**

En el nuevo escenario educativo que resulta del proceso de armonización del Espacio Europeo de Educación Superior [EEES], se pone de manifiesto la necesidad de un modelo enseñanza-aprendizaje centrado en el alumno. De forma concreta, se plantea la necesidad de desarrollar en el alumno universitario una serie de habilidades, actitudes o competencias complementarias al dominio de los conocimientos específicos del campo profesional al que estén orientados los planes de estudios.

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

metodologías no solamente están orientadas al desarrollo de las competencias específicas, sino están ideadas para potenciar las competencias generales.

En nuestro caso en concreto, queremos introducir una acción docente activa en una signatura de robótica de quinto de informática, y creemos que la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP) es la más apropiada y adecuada.

### *1.1 La metodología ABP*

La metodología PBL se empezó a aplicar a los 70 en la enseñanza de la medicina en la Universidad de McMaster, Canadá [McMaster page], para combatir un problema generalizado de desmotivación de los estudiantes [Barrows, 1980]. Desde entonces, la metodología PBL ha ido ganando adeptos, y actualmente se consideran especialmente adecuadas para abordar muchos de los retos de la formación superior [Woods 2000].

Su aplicación en el campo de la informática llega más tarde, pero ya es una metodología madura y consolidada [Dart 1996, Barg 2000].

El proceso de aprendizaje en la metodología ABP [Solomon 2003] se basa en el desarrollo de un proyecto el cual establece una meta determinada como producto final. El proyecto se desarrolla en un entorno con restricciones y condicionantes. Alcanzar la meta establecida exigirá el aprendizaje de conceptos, procedimientos y 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:

- El 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 propio alumno toma un papel activo en el proyecto, ya que tiene que marcar el ritmo y la profundidad del aprendizaje, y fijar, desde su punto de vista, los objetivos de la realización del proyecto.
- El ABP es una metodología que motiva a los alumnos, es puede constituir un instrumento ideal para mejorar el rendimiento académico de lo alumnos y su persistencia en los estudios.
- El ABP es una metodología que permite desarrollar competencias técnicas o específicas de la titulación, y permite desarrollar varias competencias generales como el trabajo en equipo, la planificación, la innovación y la creatividad, la iniciativa, etc.
- El rol del profesor no es solo un observador pasivo. El profesor toma el rol de un tutor y de consultor. El profesor tiene que suministrar los conocimientos necesarios en los momentos adecuados para estimular el proceso de aprendizaje.

### *1.2 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 se está utilizando otros mecanismos robóticas como herramienta educativa y está ganando cada vez más popularidad [Druin & Hendler, 2000].

En efecto, en muchos casos, la robótica está presente en el aula no con el fin de enseñar a los estudiantes la disciplina de la robótica, sino aprovechar su carácter multidisciplinar para activar procesos cognitivos que propicien un aprendizaje significativo y un acercamiento al mundo de la ciencia y tecnología. El sistema de LEGO MINDSTORM es un buen ejemplo de ello, y se está siendo utilizado a gran escala no solamente en la educación superior [Gawthrop 2004, 2006], sino también en la educación secundaria.

Un proyecto de robótica, en general, integra varias tecnologías, y, lógicamente, propicia un aprendizaje multidisciplinar. Es más, el resto que supone para el alumnado 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 las competencias de innovación e iniciativa. Estas características hacen que los proyectos de robótica sean muy apropiados en los aprendizajes basados en proyectos [Hung 2002]. En los trabajos [Grimheden 2003, Pigué 2002, Mingyang 2004 y Mark 2006] podemos leer distintas experiencias en la utilización de sistemas robóticos en el marco de ABP.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma: en la sección 2 se formulan de forma concreta los objetivos perseguidos en la introducción de la metodología ABP. La sección 3 establece los condicionantes de la puesta en marcha de ABP, y asimismo, se formulan los criterios que avalan la elección del proyecto de apoyo a la metodología. En la sección 4 se explica la metodología seguida en la puesta en marcha del ABP. La sección 5 recoge la valoración de nuestra experiencia de forma cualitativa, y de finalmente, la sección 6 concluye este trabajo.

## **2. Objetivos**

La introducción del ABP en una asignatura de robótica marca como objetivo posibilitar que los alumnos adquieran, por una parte, unos conocimientos técnicos marcados como objetivos docentes desarrollando un proyecto, y por otra, que desarrollen al mismo tiempo competencias transversales como el trabajo en equipo, la planificación, iniciativa y creatividad y la comunicación (oral y escrita), que son muy importantes para el colectivo de los ingenieros.

En este trabajo, el objetivo que se plantea es el desarrollo de un proceso de aprendizaje a través de un proyecto. El desarrollo técnico del proyecto y la calidad del mismo es también importante, ya el proyecto constituye el elemento principal de aprendizaje, por lo que los objetivos docentes marcados van unidos al desarrollo técnico del proyecto.

El proyecto elegido tiene que reunir ciertas condiciones para cumplir con determinados objetivos docentes, fomentar el desarrollo de las competencias que hemos nombrado antes y, eleva tienen que mejorar la motivación de los alumnos.

La introducción por primera vez de una metodología nueva y sin contar con la experiencia previa de otros no ha planteado varias dudas, por lo que hemos optado en la introducción del ABP de forma parcial. La metodología ABP se ha integrado solo en la parte práctica de la asignatura cuya lectiva representa un 25% de la carga total de la asignatura.

## **3. El entorno docente**

### *3.1 La asignatura de robótica*

La Robótica es una asignatura optativa del itinerario curricular de “Robótica” del plan de estudios de la titulación de ingeniero en informática. Es una asignatura cuatrimestral y se cursa en el quinto curso.

La asignatura de robótica combina teoría y práctica. La teórica trata de los fundamentos de la robótica y la parte práctica está pensada para ingenieros en informática y los contenidos están relacionados con aspectos puramente computacionales como la implementación de algoritmos de control, la programación de los robots, la integración de otras tecnologías como la visión por computador o la inteligencia artificial.

El carácter multidisciplinar de la robótica hace que es relativamente fácil proponer proyectos de una cierta complejidad, y por lo tanto, la asignatura de robótica ofrece condiciones idóneas para introducir por primera vez la metodología PBL.

### *3.2 Contexto de implantación del ABP*

La introducción por primera vez de una metodología nueva como la ABP y sin contar con la experiencia necesaria de otros supone un reto, pero se ha tomado con mucho respeto. Esta situación nos ha creado una dudas de cómo reaccionarán los alumnos ante un cambio de metodología, de como elegir un proyecto y como integrar los objetivos docentes.

En esta situación, hemos optado en introducir el ABP de forma progresiva y que esta metodología solo afecte a la parte práctica de la asignatura.

En lo que respecta al proyecto de apoyo al ABP, este debe elegirse, no solamente, con el fin de cumplir total o parcialmente con los objetivos docentes bien especificados en la parte práctica de la asignatura, pero también con la posibilidad de extrapolar el aprendizaje a otros conocimientos afines a la robótica. Para evitar la dispersión de los objetivos técnicos, hemos optado en la propuesta de un solo proyecto para toda la clase.

## **4. El proyecto**

El proyecto de apoyo a la metodología ABP por el que hemos optado se titula “*un robot que juega a las damas*”, cuyo objetivo técnico consiste en el desarrollo de una aplicación informática donde un persona juega a las damas contra robot manipulador.

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 las asignaturas optativas del plan de estudio de la titulación como la inteligencia artificial, visión por computador, la ingeniería del software, programación.
- Es un proyecto con una cierta complejidad y se puede dividir en un sub-proyecto. Por lo que se puede crear pequeños grupos de trabajo y reforzar algunas competencias.
- Es un proyecto abierto y admite varias soluciones. Por lo que, los alumnos tendrán que buscar el mejor compromiso entre la sencillez de las propuestas y el tiempo necesario para su desarrollo.

- El proyecto propuesto ha sido desarrollado por el profesor en un proyecto anterior, donde los resultados técnicos han sido publicados [Aliane 2003, 2001]. Por lo que el profesor puede brindar el mejor asesoramiento a sus alumnos.

#### 4.1 Los aspectos técnicos del proyecto

El proyecto “*un robot que juega a las damas*” consiste en desarrollar una aplicación que permite a un robot jugar a las damas contra una persona. Es un sistema que involucra varios elementos hardware como un robot manipulador “SCORBOT ER-IV” y un sistema de visión por ordenador “MATROX Utilities”. En este proyecto, se pretende desarrollar varios elementos software como un motor de juego, las comunicaciones entre el controlador del robot y el ordenador de control, la captura y procesamiento de imágenes, el control del robot, etc.

La operatividad del sistema es de cíclica y empieza con la captura de la imagen del tablero y su análisis determina la situación actual del juego. A continuación un motor de juego determina las mejores jugadas. Finalmente, el robot ejecuta mecánicamente dichas jugadas.

Un análisis del sistema nos muestra que los módulos software del sistema de control son los siguientes

- Captura y procesamiento de imágenes
- Un motor del juego (juego de las damas)
- Control del robot
- Comunicación con el controlador del robot

En los trabajos [Aliane 2001, 2003], se pueden encontrar los detalles técnicos referentes al proyecto.

## 5. Desarrollo de la metodología ABP

En este apartado, se va a presentar los puntos más relevantes para el desarrollo de la metodología de aprendizaje ABP. El proceso se divide en una primera parte denominada la propuesta, donde se van dar el proceso de comunicación a los alumnos de la nueva metodología a. A continuación, en la tormenta de ideas es una sesión de concretar las ideas principales a cerca del proyecto. En la parte de metodología del trabajo, se dan los puntos importantes acerca de los métodos de aprendizaje y como se fomentan el desarrollo de algunas competencias transversales dentro del proyecto. El proyecto termina con la llamada sesión final donde se hace una valoración global del proyecto. Pero también es importante recalcar el papel del profesor en este proceso y dar unas ideas sobre método de evaluación.

### 5.1 La propuesta

La idea de un proyecto para toda la clase fue el propuesta el primer día clase, y se ha planteado el proyecto de “*un robot que juega a las damas*” para toda la clase. La propuesta fue, en parte, encaminada para sondear la predisposición del alumnado de cara a la inserción de algunos cambios en la asignatura. La idea ha sido bien recibida por todos.

En la presentación oficial del proyecto, el profesor ha hecho hincapié de que se está desarrollando un método alternativo de aprendizaje y que el verdadero proyecto es el aprendizaje a través de un proyecto.

Se ha informado correctamente a los alumnos haciendo una breve descripción de la metodología ABP dando sus características principales, y presentado la metodología como una alternativa de aprendizaje que merece la pena de explorar.

### *5.2 Tormenta de ideas*

Después de la propuesta del proyecto, se ha organizado un debate en forma de tormenta de ideas. Para encauzar el debate, el profesor toma el rol de moderador y formula preguntas al conjunto para alentar la participación de todos los miembros del grupo e estimular sus intervenciones. Para no frenar la creatividad y la imaginación de los alumnos, todas las propuestas y sugerencias son aceptadas y registradas.

Durante esta sesión, se han identificado las partes más independientes del proyecto y se ha alcanzado el acuerdo de dividir el proyecto en 4 unidades (ver aspectos técnicos del proyecto).

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

- 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 formaron 4 grupos de 3-4 alumnos para la realización de los 4 sub-proyectos.
- La asignación de las tareas fue consensuada entre todos y se ha hecho en base a la afinidad con los proyectos de fin de carrera que están desarrollando los alumnos.
- Cada grupo se ha marcado como primer objetivo la realización 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 consta de 14 alumnos y se han organizado en 4 grupos de 3-4 alumnos. Todos los grupos han desarrollado el proyecto, evolucionando en un ambiente de aprendizaje colaborativo y cooperativo.

Cada grupo ha sido obligado a trabajar de forma colaborativa, en el sentido de que todos los integrantes deben intervenir en todas y cada una de las tareas programadas en su proyecto. Además, el trabajo cooperativo recae sobre los líderes de cada grupo, donde su función se centra en coordinar las acciones de los grupos como la toma de decisiones sobre el formato de datos, el intercambio de información entre las aplicaciones, como integrar los sub-sistemas, etc.

Por otro lado, el desarrollo de nuestro proyecto ha fomentado de forma explícita las siguientes competencias: el trabajo en equipo, la planificación, la innovación y creatividad y las habilidades comunicativas. Después de la conformación de los grupos, cada equipo ha elaborado un ante-proyecto donde se recogen claramente las tareas a realizar así como la definición de los hitos. La planificación es clave ya que cualquier retraso en la consecución de los hitos puede condicionar el progreso del resto de los grupos. El carácter abierto del proyecto permite cierta libertad a los

alumnos de proponer sus soluciones, someterlas a la crítica y buscar el mejor compromiso técnico. Finalmente, ningún trabajo se considera completo si no está bien documentado. Para ello, al final del trabajo, cada grupo entrega una memoria técnica plasmando toda la información necesaria para que se pueda reutilizar. Además, todos los grupos realizarán una comunicación oral para explicar y divulgar los logros alcanzados.

#### *5.4 La sesión final*

La última sesión del laboratorio se ha reservado 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 del proyecto se ha hecho realizando una demostración del sistema donde varios alumnos ajenos a la clase participan en la valoración del sistema juegan a las damas contra el robot.

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. Esto es importante en el sentido de que este proceso constituye una buena realimentación para el profesor para introducir posibles mejoras en la metodología.

#### *5.5 El rol del profesor*

En el proceso de PBL, el profesor no debe limitarse a observar a los estudiantes, sino tiene que ser el motor y un catalizador del proceso de aprendizaje. Debe crear una atmósfera de confianza y fomentar colaboración de todos los integrantes del proyecto.

El profesor debe delegar el liderazgo de las acciones en algunos alumnos y hacer que sean los protagonistas del proyecto. Pero, no tiene que aislarse del resto de los alumnos, sino tiene que estar presente, observar, escuchar 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 por cada grupo para poder corregirlas a tiempo y encauzar a los alumnos de nuevo para no alejarse demasiado de los objetivos marcados.

#### *5.6 Método de evaluación*

Uno de los aspectos más difíciles de la metodología ABP es la concepción de un sistema de evaluación de los alumnos 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 está evaluando: se evalúan los conocimientos adquiridos por el alumno o su desempeño y la aportación al proyecto, y cómo reflejar la evaluación individualizada del alumno.

Uno de los posibles métodos es hacer una evaluación difusa que consiste en promediar todas las aportaciones para que se refleje de forma justa la nota otorgada al alumno.

En nuestra primera experiencia, la evaluación solo considera la entrega una memoria técnica del trabajo realizado y de una exposición oral del mismo. La evaluación de los trabajos consiste en

valorar el contenido y la organización de la memoria, valorar la claridad y el alcance de la exposición oral del trabajo realizado, y finalmente, valorar el desempeño por cada alumno.

Al ser una metodología nueva, las notas otorgadas en este trabajo no influyen en la nota global de la asignatura. Esta evaluación solo trata de reflejar la opinión del profesor sobre el desempeño de cada uno de los alumnos.

## **6. Evaluación de la experiencia**

Para valorar nuestra experiencia, se ha hecho una valoración cualitativa de la experiencia y refleja la opinión del profesor y de los alumnos.

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 seno 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 el lado de 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. En lo que se refiere a las competencias, los alumnos afirman que el proyecto le ha permitido adquirir una experiencia valiosa de trabajo en equipo entre los compañeros y que el proyecto les ha permitido tener sus propias iniciativas y que no han tenido que seguir ningún guión. Se ha valorado positivamente el nivel de motivación y de estimulación que les ha producido la experiencia. Finalmente, varios alumnos han afirmado que les hubiese gustado haber estudiado 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 portfolio, donde no solamente se marcan las pautas a seguir en el desarrollo del proyecto, sino recalcar el cumplimiento con algunas obligaciones como la entrega de resultados parciales, la exposición oral del avance del proyecto e incluso la realización de un control.

## **7. Conclusión**

El carácter multidisciplinar de la robótica hace que la asignatura de robótica sea flexible para la implantación de la metodología docente BPL. Es más, la abundancia de proyectos basados en robots hace que sea una asignatura óptima para el desarrollo de esta metodología.

Al ser nuestro primer año, hemos optado en introducir la metodología PBL de forma gradual, y hemos limitado su introducción solo en la parte práctica de la asignatura, y hemos mantenido el método tradicional en la parte teórica.

El proyecto de *“Un robot que juega a las damas”* presenta dos aspectos muy importantes. Por un lado, el proyecto tiene una cierta complejidad ya que integra varias tecnologías y que se puede dividir en varios sub-proyectos. Esto nos ha permitido crear varios grupos que tienen que



desarrollar aprendizaje cooperativo y colaborativo. Por otro lado, el aspecto lúdico del proyecto ha permitido mantener un nivel de motivación muy alto.

Durante el desarrollo del proyecto, los alumnos se han sentido como verdaderos ingenieros que participan en el desarrollo de un sistema complejo. Esto nos ha permitido, no solamente, desarrollar las competencias específicas relacionadas con el manejo de las tecnologías afines a la robótica como la programación de robots, la visión por computador, la inteligencia artificial, pero también el alumno ha tomado conciencia de los aspectos formativos relacionados con las competencias transversales como el trabajo en equipo, la planificación o la iniciativa.

En términos de objetivos docentes, las actividades desarrolladas en el seno del proyecto han permitido alcanzar un nivel de aprendizaje claramente mayor que el aprendizaje basado las tradicionales prácticas de laboratorio.

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

## Referencias

1. [EEES] (En línea) [http://www.crue.org/Bolet\\_educ\\_ESP25.htm](http://www.crue.org/Bolet_educ_ESP25.htm)
2. [McMaster](En línea) McMaster University 2001 “*Problem-Based Learning*”: <http://www.chemeng.mcmaster.ca/pbl/pbl.htm>
3. Barrows, H. S., and R. M. Tamblyn. *Problem-Based Learning: “An Approach to Medical Education”*. New York: Springer, 1980.
3. Gawthrop P,J et all “*A Lego Based Control Experiment*” *IEEE Control Systems Magazine* Vol 24 (5), pp 43-56 (2004)
4. Gawthrop P,J et all “*Using LEGO in Control Education*” *Proceeding Advances in Control Education*”, pp 31 -38 (2006).
5. Woods, D. R et al. *The future of engineering education. Developing Critical Skills*. Chem. Engr. Education, 34 (2), 108-117. (2000)
6. Dart, P et all “*Enhancing Project-Based Learning: Variations on Mentoring*”, Australian Software Eng. Conference, Proceedings pp. 112-117, (1996).
7. Barg, M, K et all, “*Problem-Based Learning for Foundation Computer Science Courses*”, *Computer Science Education* 10 (2), pp 1—20 (2000)
8. Solomon & Gwen (2003), “*Project-Based Learning*”: *Technology and Learning*, 23 (6), 20-30.
9. Druin, A., & Hendler, J. (2000). “*Robots for kids: Exploring new technologies for learning*”. San Diego, CA: Academic Press.
10. Hung, D. “*Situated cognition and problem-based learning: Implications for learning and instruction with technology*”. *Journal of Interactive Learning Research*, 13(4), 393-414, (2002)
11. Grimheden M and Mats 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)

12. Spong M, W “*Project Based Control Education*” Proceeding in Advances in Control Education, pp 40-47 (2006).
13. Piguet Y, Francesco Mondada, Roland Siegwart “*Hands-On Mechatronics: Problem-Based Learning for Mechatronics*”. IEEE International Conference on Robotics and Automation, Washington D.C., USA, (2002)
14. Mingyang Gu “*A Case to Do Empirical Study Using Educational Projects*” Journal of: Issues in Informing Science and Information Technology Vol pp-509-520 (2004)
15. Aliane N, “*Robotics Lab Practices: Solving the Tower of Hanoi & Checker Playing Robots*” Weingarten, Alemania, (2001).
16. Aliane N, Sergio Bemposta “*Un Robot que Juega a las Damas*”, XXIV Jornadas de Automática CEA-IFAC, León, (2003).