

ASIGNATURA DE DISEÑO DE ROBOTS MÓVILES COMO ELEMENTO DE MOTIVACIÓN Y POTENCIACIÓN DE HABILIDADES PERSONALES EN INGENIERÍA

J. PASTOR MENDOZA, M. SALAZAR ARCUCCI, C. GIRÓN CASARES,
F.J. RODRIGUEZ SÁNCHEZ

¹*Departamento de Electrónica. Universidad de Alcalá*

En la comunicación se presentan los objetivos, metodología docente y evaluación de la asignatura de libre elección y de nueva creación “Introducción al diseño de microrrobots móviles”, ofertada para las titulaciones de ingeniería por el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá.

En el artículo se presenta el diseño de robots móviles como un elemento de motivación para los estudiantes y una forma de poner en práctica habilidades y competencias personales necesarias para su futura vida profesional.

Como elemento innovador se planteó a los alumnos la realización de dos trabajos en grupo evaluando de forma separada el trabajo individual dentro del grupo y el resultado del trabajo del equipo. En la valoración, el profesor participa con un 50% dejando el resto en manos de los compañeros del equipo (para la valoración individual) y en los otros grupos (para la evaluación del trabajo del grupo).

El artículo finaliza con la presentación de los resultados de una encuesta de opinión pasada a los estudiantes de la asignatura donde, además de preguntas generales sobre la asignatura, se hizo una lista con las competencias y habilidades personales que más valoran los empleadores y se obtuvo la opinión de los alumnos sobre el grado en que se ha desarrollado cada una de ellas durante el curso, tanto de forma absoluta, como respecto a lo que se suelen desarrollar en otras asignaturas.

1. Introducción al documento

En este documento se presenta el diseño de robots móviles como una forma de integración de conocimientos de diferentes asignaturas así como una forma de poner en práctica competencias y habilidades profesionales transversales.

También se presenta la experiencia docente en la primera edición de la asignatura de libre elección “Introducción al Diseño de Microrrobots Móviles” donde, además de impartir conocimientos generales que permiten a los alumnos analizar y diseñar pequeños robots móviles, se ha intentado potenciar las competencias de trabajo en equipo, comunicación y capacidad de búsqueda de información.

2. Antecedentes

En la comunicación se presentan los objetivos, metodología docente y evaluación de la asignatura de libre elección y de nueva creación “Introducción al diseño de microrrobots móviles”, ofertada para las titulaciones de ingeniería por el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá.

En el artículo se presenta el diseño de robots móviles como un elemento de motivación para los estudiantes y una forma de poner en práctica habilidades y competencias personales necesarias para su futura vida profesional.

Como elemento innovador se planteó a los alumnos la realización de dos trabajos en grupo evaluando de forma separada el trabajo individual dentro del grupo y el resultado del trabajo del equipo. En la valoración, el profesor participa con un 50% dejando el resto en manos de los compañeros del equipo (para la valoración individual) y en los otros grupos (para la evaluación del trabajo del grupo).

El artículo finaliza con la presentación de los resultados de una encuesta de opinión pasada a los estudiantes de la asignatura donde, además de preguntas generales sobre la asignatura, se hizo una lista con las competencias y habilidades personales que más valoran los empleadores y se obtuvo la opinión de los alumnos sobre el grado en que se ha desarrollado cada una de ellas durante el curso, tanto de forma absoluta, como respecto a lo que se suelen desarrollar en otras asignaturas.

3. Peculiaridades de la robótica móvil

El diseño de un robot móvil autónomo tiene ciertas características que hacen a esta actividad especialmente interesante. Un robot está formado por diferentes subsistemas, cada uno proveniente de un área de la ingeniería diferente: sistema sensorial para captar información del entorno (transductores y electrónica de adaptación de señales), sistema de locomoción (motores encargados del movimiento con su etapa de excitación de electrónica de potencia), estructura mecánica (diseño mecánico y fabricación de piezas), subsistema electrónico de control (ordenador empujado encargado de ejecutar el programa de control), algoritmia de bajo nivel (programa de control que se encarga de controlar la velocidad de los motores y dar las órdenes de movimiento a las diferentes partes móviles del robot) y algoritmia de alto nivel (encargada de la inteligencia del robot, planificación de comportamientos, generación de rutas y acciones, etc.). A esto se le pueden añadir comunicaciones, telecontrol, sistema de alimentación con baterías, etc.

Cada uno de los subsistemas forma en sí un área de conocimiento en ingeniería y se estudian en profundidad en asignaturas de Ingeniería Electrónica, Industrial, Telecomunicaciones e Informática entre otras.

Además, realizar robots para participar en una competición hace que los alumnos formen equipos potenciando el trabajo en grupo, las habilidades de comunicación y de organización entre ellos, la gestión del tiempo y el trabajo bajo presión. Además, al enfrentarse no sólo a cómo resolver un problema sino a cómo lo resolverán los contrincantes, hace que los alumnos aumenten su madurez intelectual y capacidad de enfrentarse a nuevas situaciones [1].

4. Objetivos de la asignatura

Como objetivos de la asignatura se plantearon los siguientes:

- Introducir a los alumnos en el mundo de la robótica móvil tratando los diferentes aspectos que están relacionados con la robótica pero sin profundizar en ninguno (para ello están las asignaturas específicas de las diferentes titulaciones).
- Potenciar competencias y habilidades personales útiles para los estudiantes como el trabajo en equipo, comunicación interpersonal, expresión oral y escrita, organización y gestión de proyectos, etc.
- Incrementar la motivación de los alumnos por sus estudios universitarios.
- Implicar a los alumnos en su evaluación y en la de sus compañeros para incentivar la capacidad de identificación de puntos fuertes y débiles que les sirva en su propio aprendizaje.

5. Planteamiento general de la asignatura. Desarrollo de los objetivos.

La asignatura “Introducción al Diseño de Microrrobots Móviles” [2] es una asignatura de 4 créditos impartida en el primer cuatrimestre y ofertada en la Escuela Politécnica Superior [3] y en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática [4] de la Universidad de Alcalá.

5.1. Asignatura de Libre Elección

Debido al carácter de Libre Elección de la asignatura es necesario tener en cuenta diversas consideraciones:

- La asignatura es ofertada en la Escuela Politécnica Superior y en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática para todas sus titulaciones por lo que el perfil de los alumnos es potencialmente muy variado en especialidad y en conocimientos ya que, además, pueden matricularse alumnos de primeros y últimos cursos de carrera.
- En una asignatura de Libre Elección no se espera una dificultad comparable a asignaturas troncales u obligatorias. Se puede llegar incluso a pensar, según la opinión de muchos alumnos, que Libre Elección es sinónimo de créditos sin esfuerzo, conseguidos sólo por estar.
- Hay cierta libertad a la hora de establecer el temario y el grado de profundidad con que se estudia cada uno de los temas al no haber relaciones directas con otras asignaturas.

5.2. Introducción a la robótica móvil. Alcance de contenidos.

La diversidad de especialidades y de nivel de conocimientos de los alumnos matriculados y la gran amplitud de temario debido al carácter multidisciplinar de la robótica, hacen que los contenidos se traten de forma superficial, intentando que los alumnos obtengan una visión global dejando la especialización en cada uno de los temas a otras asignaturas.

En la asignatura se busca que el alumno obtenga una visión global de las tecnologías relacionadas con el diseño de un pequeño robot móvil dando especial importancia a la integración de todas ellas para conseguir un producto final (el robot) con unas características concretas teniendo en cuenta, además de los aspectos técnicos, las competencias del grupo de trabajo, el plazo y el coste de ejecución, la adquisición de materiales, el proceso de diseño, etc.

Los alumnos, al finalizar la asignatura, deberían tener claro el concepto de sistema global siendo consciente de la importancia de una buena planificación inicial, de la identificación de diferentes niveles de abstracción a la hora de enfrentarse al diseño, de la necesidad y complejidad, de dividir el trabajo entre los diferentes miembros del equipo de trabajo y la necesidad de hacer un seguimiento del proyecto para asegurar plazos y costes.

5.3. Desarrollo de competencias y habilidades personales

La globalización de los mercados y el desarrollo de la sociedad del conocimiento hacen necesario que las empresas, para poder competir, deban ser innovadoras y con capacidad de adaptación a los cambios sociales y tecnológicos, cada vez más veloces. Para ello, necesitan trabajadores innovadores, con gran capacidad de adaptación a nuevas situaciones y con capacidad de auto-aprendizaje. [5] [6]

La alta velocidad en los cambios científicos y tecnológicos hace que cada vez se de más importancia a la capacidad de trabajo en equipos multidisciplinarios y a la capacidad de aprender más que a la cantidad de conocimientos técnicos iniciales. Entre los objetivos del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior está el de potenciar competencias y habilidades profesionales en los egresados que les permitan desenvolverse con éxito en una sociedad cambiante y deseablemente innovadora.

Existen varios trabajos que identifican las competencias y habilidades profesionales más buscadas por las empresas en sus empleados y que sería necesario potenciar en la Universidad [7] [8] [9]. Entre estas competencias están las habilidades de comunicación, de expresión oral y escrita, la capacidad de trabajar en equipos multidisciplinares, la capacidad de innovación e iniciativa, la adaptabilidad, etc.

En la planificación y metodología de la asignatura se ha buscado potenciar el desarrollo de algunas de estas habilidades y competencias personales. Más concretamente se pueden enumerar las siguientes:

- Capacidad de trabajo en equipos multidisciplinares
- Habilidades de comunicación entre los miembros del equipo y en la presentación de resultados.
- Habilidades de expresión oral y escrita dando importancia a la calidad en la presentación de resultados.
- Capacidad de búsqueda de información de diferentes fuentes y su posterior análisis.
- Habilidades de planificación y organización.
- Capacidad de tomar decisiones y de tener en cuenta sus consecuencias.
- Capacidad de negociación y liderazgo.
- Posibilidad de desarrollo de la creatividad.

Para conseguir estos objetivos, en la asignatura se propone la realización de dos trabajos en grupo cuyos resultados deben ser presentados de forma escrita y oral. El número de personas de cada grupo es elevado lo que hace necesario dedicar cierto esfuerzo en llegar a un consenso en lo que se pretende hacer, dividir el trabajo y planificar el seguimiento y la integración final.

5.4. Aumento de la motivación

Las asignaturas de los actuales planes de estudio suelen tratar los diferentes temas de forma vertical, profundizando en conocimientos y técnicas dentro de un área concreta, evitando en lo posible relaciones con otras asignaturas, especialmente si son impartidas por otros departamentos. A esto se le puede unir que los alumnos de ingeniería suelen cursar a la vez asignaturas de diferentes cursos académicos a veces sin seguir un criterio claro en su elección.

Todo esto puede hacer que los alumnos tengan muchas visiones parciales de la tecnología y carezcan de una visión integradora global que, además de ser necesaria, es motivadora ya que da seguridad al alumno en la utilidad de lo estudiado.

Como un objetivo de la asignatura está el incrementar el interés y motivación de los estudiantes en relación a los estudios que están realizando. Esto se pretende conseguir mediante la multidisciplinariedad de la robótica y con la visión de un robot como un sistema en el que se interrelacionan diferentes tecnologías estudiadas por separado en otras asignaturas en profundidad.

A los alumnos de últimos cursos les puede ayudar a integrar los diferentes conocimientos estudiados en asignaturas por separado haciéndoles conscientes de su utilidad al resolver un problema concreto. También, al juntarse con estudiantes de otras especialidades o de cursos inferiores les ayuda a ser consciente del nivel de conocimientos adquirido a lo largo de los años, aprendiendo a valorarlo.

A los alumnos de cursos inferiores la multidisciplinariedad de la robótica les puede ayudar a elegir asignaturas optativas o enfrentarse a asignaturas troncales u obligatorias con conocimiento de causa, sabiendo lo que va a encontrar en ellas.

En ambos casos, si como continuación de la asignatura, construyen un robot por ellos mismos, tendrán la experiencia de haberse enfrentado a un problema y de haberlo solucionado con éxito por sus propios medios.

5.5. Implicación de los alumnos en su evaluación

En la vida profesional los trabajadores se enfrentan constantemente al problema de ser evaluados o tener que evaluar a compañeros, superiores o inferiores, tener que evaluar la calidad de un servicio o producto propio o de la competencia, etc. La capacidad de crítica y autocrítica es muy importante.

La capacidad de evaluación es una competencia importante que no es simple de aprender, requiere identificar los parámetros a evaluar, definir unos criterios, tomar decisiones en relación con los mínimos suficientes y mínimos necesarios, tener claro el resultado global a evaluar, y ser objetivo a la vez que capaz de adaptarse a situaciones especiales o imprevistas.

Se plantea como objetivo de la asignatura que los alumnos participen en la evaluación de los compañeros para que sean conscientes de los diferentes aspectos a tener en cuenta en la evaluación y que les sirva para su mejora personal al tener claro cómo se les va a evaluar.

6. Metodología docente

Para conseguir los objetivos enumerados en apartados anteriores, además de clases magistrales donde se exponen los conocimientos técnicos básicos necesarios, se plantea la realización de dos trabajos en equipo: el primero consistente en el desarrollo de un tema a escoger entre varios propuestos por el profesor, y el segundo consistente en el proyecto de un robot móvil.

El 60% de las horas lectivas se dedicaron a clases magistrales donde se exponían los conocimientos fundamentales de la asignatura animando a que los alumnos participaran con sus opiniones y conclusiones siempre que fuera posible. El 40% del tiempo restante se dedicó a trabajo en grupo en clase y a la presentación de los resultados de los trabajos realizados por los alumnos. Durante la presentación de los trabajos se abría un turno de preguntas por parte del resto de los alumnos intentando mantener el interés y la capacidad de crítica.

6.1. Primer trabajo en equipo

El primer trabajo en equipo buscaba desarrollar las competencias de capacidad de trabajo en un equipo multidisciplinar al que van unidas la competencia de comunicación entre los miembros del grupo así como la capacidad de expresión oral y escrita a la hora de presentar los resultados. También se buscaba desarrollar la habilidad de buscar información en diferentes fuentes y sintetizarla.

Para ello el profesor formó grupos de 10 alumnos intentando que fueran de diferentes titulaciones y de diferentes cursos dentro de una misma titulación siendo la primera labor del grupo la de llegar a un consenso sobre sus preferencias entre los trabajos propuestos por el profesor.

La elección del trabajo que hacía cada grupo se hacía de la siguiente manera:

- Cada grupo realizaba una lista ordenando los trabajos propuestos por el profesor en función de sus intereses.
- Si un trabajo sólo era escogido por un grupo en primera opción se asignaba a ese grupo.
- Si varios grupos escogían un trabajo en primera opción se sorteaba asignándolo a uno de ellos.
- Entre los grupos restantes, se eliminan los proyectos ya asignados de las listas y se repite el proceso.

Desde un principio la realización del trabajo se planteó como un proyecto de ingeniería cuyo fin era la realización de un informe escrito y una presentación oral animando a los alumnos a que en las primeras reuniones debían: nombrar un interlocutor con el profesor, definir los objetivos globales a conseguir (visión del éxito), dividir el trabajo entre los miembros del equipo, definir las diferentes tareas a realizar y planificar su temporización, fijar reuniones de seguimiento, analizar los posibles problemas que pueden aparecer, etc.

Para incentivar el trabajo en equipo y el trabajo dentro del equipo, en la calificación del trabajo se tenía en cuenta el trabajo individual de cada miembro del grupo y el resultado final del grupo (del mismo modo que en muchas empresas el salario es función de las capacidades personales y de los resultados de los proyectos en que participan). En la calificación individual participa el profesor y la evaluación de los compañeros del grupo y en la calificación del trabajo del grupo, participa el profesor y la opinión de los otros grupos.

Como elemento de ayuda a la organización del grupo y para posibilitar el seguimiento por parte del profesor, se solicitó a cada grupo que debía realizar un acta con los temas tratados en cada reunión que debería reflejar los acuerdos a los que se llegaron. El acta debía ser enviada al profesor.

Se hizo mucho hincapié en la calidad del informe escrito final especialmente en lo que se refiere a la necesidad de referenciar correctamente las fuentes utilizadas evitando copias no contextualizadas. En la presentación oral se dio a cada grupo 15 minutos seguidos de 5 minutos de preguntas.

Para la evaluación de los trabajos y auto evaluación se entregaron formularios que debían ser rellenados durante las presentaciones orales y tras la lectura de los informes presentados por los otros grupos.

Los trabajos escritos y las presentaciones de cada equipo se colgaron en la página web de la asignatura.

6.2. Segundo trabajo en equipo

El segundo trabajo en equipo consistía en la realización del proyecto de un robot que participara con éxito en la prueba “Rally de Reciclado” del concurso EUROBOT 2007 [10]. Estos robots se caracterizan por ser bastante complejos requiriendo un trabajo multidisciplinar para su realización.

Para la realización de este trabajo se dio libertad para que los alumnos formaran los grupos por ellos mismos poniendo un mínimo de 6 personas en cada grupo. Igual que en el caso anterior, era necesario realizar un informe escrito final y una presentación en clase de 20 minutos seguido de 10 minutos de preguntas del profesor y de los otros grupos. La evaluación se realizó de forma similar al primer trabajo.

El mayor problema al que se enfrentan los alumnos en este trabajo es la definición del robot como sistema global, su forma física, capacidad de manipulación de objetos y funcionalidad global. Para ello, y para poder dividir el trabajo entre los integrantes del grupo, es necesario plantearse el problema a diferentes niveles de abstracción.

7. Evaluación

Inicialmente la evaluación se planteó de la siguiente manera:

- 20% asistencia a clase
- 30% Primer trabajo
- 30% Segundo trabajo
- 20% Examen final

Tras ver la calidad de los trabajos presentados y la implicación de los alumnos en su realización, y de mutuo acuerdo con los alumnos, se amplió la valoración de los trabajos a 40% y se eliminó el examen final.

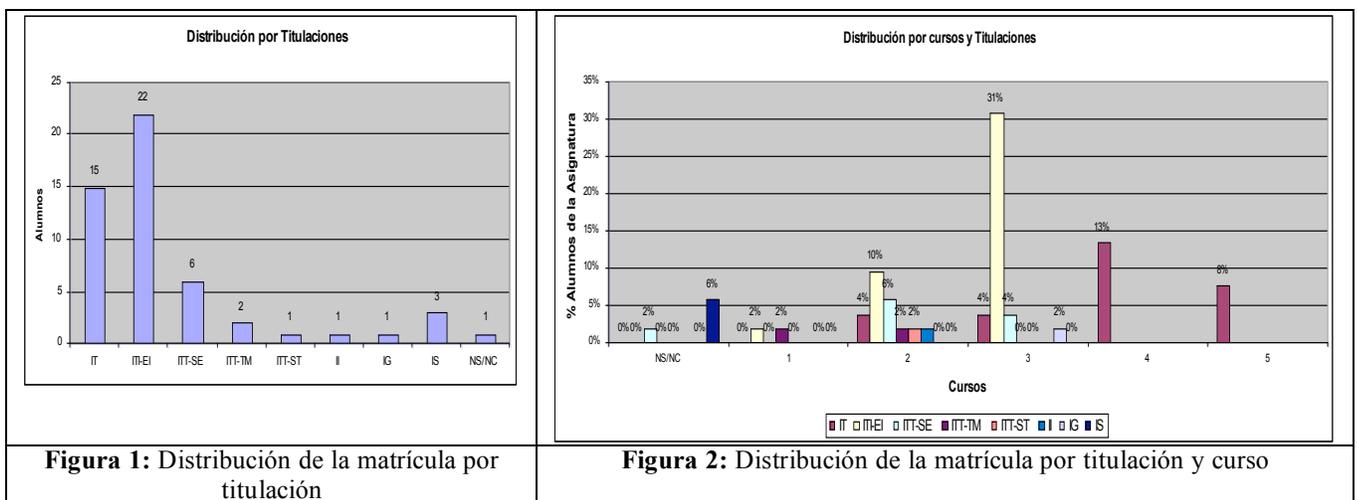
Se decidió valorar la asistencia a clase ya que, para conseguir algunos de los objetivos de la asignatura, es necesaria la asistencia, especialmente si se plantea no hacer examen teórico final.

Además, en cada trabajo, el 50% de la nota la ponía el profesor y el 50% los alumnos siendo, el 40% por el trabajo global del grupo y el 60% por el trabajo individual dentro del grupo. Con esto se pretende motivar el trabajo en grupo como equipo.

8. Resultados y líneas de mejora

8.1. Matrícula y asistencia a clase

La asignatura se ofertó originalmente con 30 plazas y se llenó a los pocos días de matrícula por lo que se aumentó a 60 plazas en los últimos días de matrícula. Al final se matricularon 52 alumnos con el perfil que se presenta en la Figura 1 y la Figura 2



A la vista de las gráficas de Alumnos por Titulación y Alumnos por Curso y Titulación se puede ver que mayoritariamente pertenecen a Ingeniería Técnica Industrial (ITI-EI) e Ingeniería de Telecomunicación (IT). Esto puede ser debido a que la asignatura está en el horario de ITI-EI y a que los de IT tienen una web en la que se habló de la asignatura. La menor participación fue de las titulaciones de Informática.

En cuanto a los cursos, mayoritariamente son alumnos de los últimos cursos ya que es cuando se suele completar la libre elección aunque también hay alumnos de primeros cursos.

De los 52 alumnos matriculados, hubo 5 que no asistieron o lo hicieron eventualmente al principio, no llegando a realizar el primer trabajo. Hubo 3 alumnos que no se apuntaron al segundo trabajo por lo que finalizaron la asignatura con éxito 44 alumnos, un 85% de los matriculados.

8.2. Clases magistrales

Debido a la multidisciplinaridad de contenidos y de asistentes, unido a los diferentes niveles de conocimiento, en las clases teóricas se trataron muchos temas analizándolos a nivel conceptual fundamentalmente.

Se utilizaron mayoritariamente presentaciones en PowerPoint acompañadas de vídeos y animaciones estando disponibles en la página web de la asignatura para la consulta de los alumnos. También se utilizó la pizarra para desarrollos matemáticos puntuales.

8.3. Primer trabajo en equipo

Al comienzo de las actividades de trabajo en equipo se observó cierta sorpresa por parte de los alumnos no teniendo muy claro cómo actuar. Sin embargo, en un par de sesiones se notaba que se encontraban mucho más a gusto.

En casi todos los grupos se detectaron personas que no estaban dispuestas a trabajar siendo penalizados por sus compañeros en su mayoría en la evaluación interna del grupo. Algunas de estas personas, no continuaron con el segundo trabajo.

En las presentaciones de los trabajos hubo varios grupos que, aún habiendo avisado de que era importante ensayar previamente las presentaciones para asegurarse que no se excedía del tiempo disponible, no lo hicieron y se pasaron ampliamente.

El profesor hizo un informe escrito razonado para cada uno de los trabajos escritos justificando su calificación que envió a los miembros del grupo.

8.4. Segundo trabajo

En la realización del segundo trabajo no se mantuvieron los grupos multidisciplinarios sino que mayoritariamente se separaron por carreras y conocidos. Algunos grupos posteriormente reconocieron que hubiera sido mejor mezclarse en un grupo multidisciplinar donde cada persona trabajase en el área en que se encontrara más cómoda.

Todas las presentaciones orales de los trabajos se ajustaron estrictamente al tiempo disponible por lo que parece que algo aprendieron al respecto de este tema.

La calidad de los trabajos fue bastante buena reflejando bastante trabajo en su realización. El diálogo en el turno de preguntas tras las presentaciones fue muy interesante debido a que se presentaban diferentes soluciones al mismo problema.

8.5. Método de evaluación

Para poder realizar la evaluación por parte de los alumnos se definieron diversos formularios para:

- Evaluación de las presentaciones de los otros equipos
- Evaluación de los informes escritos de los otros equipos
- Auto-Evaluación de trabajo realizado
- Evaluación del trabajo del resto de los miembros del equipo.

La información obtenida en estos formularios fue muy interesante desde el punto de vista cualitativo pero muy difícil de procesar cuantitativamente ya que eran demasiados datos para introducir en el ordenador. En futuras ediciones se propondrá la creación de un sistema de evaluación on-line donde los propios alumnos introduzcan sus puntuaciones y comentarios en el ordenador.

8.6. Encuesta final

En el Apéndice I se presentan los resultados de la encuesta final rellena el último día de las presentaciones de los segundos trabajos en equipo. Estas presentaciones se realizaron una semana después de la finalización de los exámenes de febrero.

En la encuesta se realizaron tres grupos de preguntas: algunas preguntas sobre su opinión respecto a la asignatura, su opinión sobre las competencias que creen haber potenciado durante la asignatura, y su opinión sobre las competencias que han potenciado respecto a otras asignaturas.

La lista de competencias y habilidades se extrajo de un informe presentado en febrero de 2007 por Accenture y Universia sobre las competencias más valoradas por los empleadores. Según la opinión de los alumnos, potenciaron más que en otras asignaturas: la expresión oral, la capacidad de organizar y planificar, las habilidades para relacionarse con otros, la capacidad para tomar decisiones, la capacidad de negociación, la capacidad de búsqueda y gestión de información, la creatividad, la capacidad de iniciativa y la capacidad de liderazgo.

En cuanto a la opinión de los alumnos sobre la asignatura destaca positivamente que han aprendido conocimientos de robótica, que la asignatura les ha valido para conocer y/o potenciar las habilidades personales, que les puede ayudar a enfrentarse a otras asignaturas con más motivación, que lo aprendido en la asignatura les puede valer para la futura vida profesional, que los contenidos teóricos han resultado interesantes y que han podido seguir las clases sin dificultad.

En cuanto a aspectos negativos, les hubieran gustado algunas prácticas de laboratorio, hubieran preferido que la asignatura se hubiera centrado en el diseño de un robot sencillo y han trabajado mucho más de lo que pensaban en la asignatura.

9. Conclusiones y reflexión final

A la vista de los trabajos realizados por los alumnos y de la encuesta de las competencias desarrolladas en relación con otras asignaturas puede verse que los objetivos se han cumplido con éxito.

Los alumnos hacen dos críticas que es necesario tener en cuenta. La primera está en relación con la ausencia de prácticas. Esto se ha tenido en cuenta en la planificación de la asignatura del siguiente curso que ha sido aumentada de 4 a 6 créditos y está previsto realizar prácticas de laboratorio.

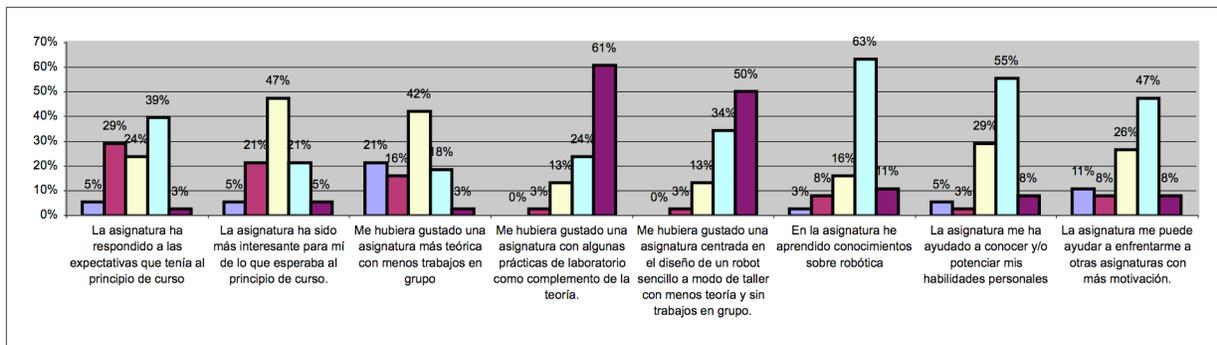
La segunda crítica importante es que se trabaja mucho para ser una asignatura de libre elección. En relación con esto comentar que respecto a los créditos de libre elección se tiene la creencia de que deben obtenerse sin ningún esfuerzo, prácticamente con sólo ir a clase. ¿Esto quiere decir que el 10% de la carrera debe ser 'gratis' en cuanto a esfuerzo? Si se hubiera planteado una asignatura mucho más simple en la que no hubiera sido necesario hacer un esfuerzo de búsqueda de información, preparación de las presentaciones, coordinación en los grupos, ... ¿Se habrían desarrollado las competencias y habilidades personales de la misma forma?

También es cierto que los planes de estudio están muy cargados y que algunas asignaturas troncales y obligatorias requieren mucha dedicación por lo que es necesario llegar a un término medio.

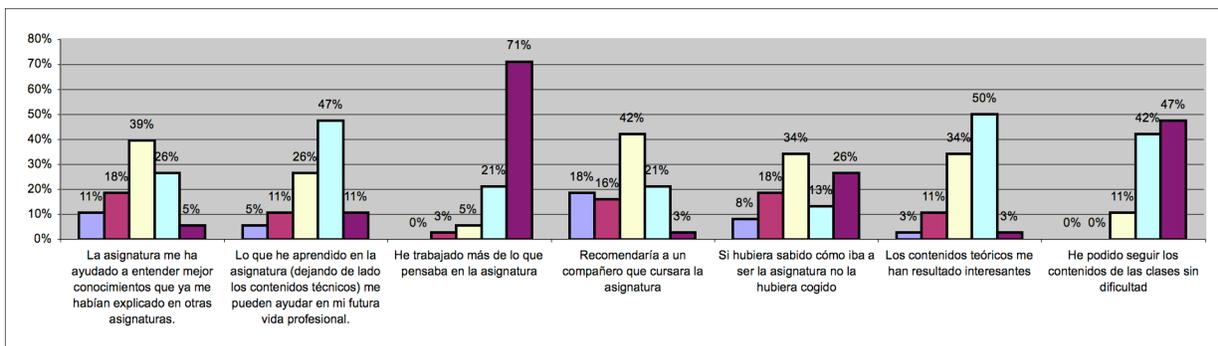
10. Referencias bibliográficas

- [1] R. R. Murphy, "Competing for a robotics education," Robotics & Automation Magazine, IEEE, vol. 8, pp. 44-55, 2001.
- [2] IDMRM. (2007, Asignatura "introducción al diseño de microrrobots móviles") <http://www.depeca.uah.es>.
- [3] EPS-UAH. Escuela politécnica superior. <http://www.eps.uah.es>
- [4] ETSII-UAH, "Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática," <http://www.etsit.uah.es>
- [5] Ministerio de Educación y Ciencia. Secretaría de Estado de Universidades e Investigación. (2006, 26-Sept-2006). Propuesta de la organización de las enseñanzas universitarias en españa. Available: <http://www.mec.es/educa/ccuniv/html/documentos/Propuesta.pdf>
- [6] Diario Oficial de la Unión Europea, "Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente," vol. 394/10, 30-12-2006, 2006.
- [7] Tunning Educational Structures in Europe, "Universities' contribution to the bologna process - an introduction " 2007.
- [8] González J. and R. Wagenaar, "Tuning educational structures in europe. final report of pilot project phase 1," 2003, 2003.
- [9] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, "Libro blanco sobre el título de grado de ingeniería de telecomunicación," Apr-2004, 2004.
- [10] Eurobot Association. (2007, Eurobot: International autonomous robot contest.) <http://www.eurobot.org>

Apéndice I: Resultados de la encuesta de opinión sobre la asignatura



■ Mucho Menos
 ■ Menos
 ■ Igual
 ■ Más
 ■ Mucho Más



Apéndice II: Opinión sobre las competencias desarrolladas

Competencias desarrolladas

Nivel de desarrollo

Nivel en relación con otras asignaturas

■ Nada ■ Muy Poco ■ Poco ■ Bastante ■ Mucho

■ Mucho Menos ■ Menos ■ Igual ■ Más ■ Mucho Más

