

# PROPUESTA DE AMBIENTALIZACIÓN CURRICULAR DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

Antoni Grau<sup>1</sup>, Yolanda Bolea<sup>1</sup>, Joan Domingo<sup>2</sup>, Juan Gámiz<sup>2</sup>, y Herminio Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial, Universidad Politécnica de Cataluña, UPC  
e-mail: {antoni.grau, yolanda.bolea}@upc.es

<sup>2</sup>Unidad Estructural de Electrónica, Esc. Univ. Ingeniería Técnica Industrial, Universidad Politécnica de Cataluña, UPC  
{joan.domingo, juan.gamiz, herminio.martinez}@upc.es

## Resumen

*Desde que la Universidad Politécnica de Cataluña, UPC, aprobó el segundo Plan de Medio Ambiente en 2002, 17 de sus 40 departamentos participan en la elaboración de un Plan de Ambientalización Curricular que les permite abordar sistemáticamente y ordenadamente la introducción de aspectos relacionados con el impacto sobre el medio dentro de sus actividades docentes, reconsiderando los contenidos y su didáctica. En este artículo se explica la metodología, acciones y materiales que ha llevado a cabo el Dpto. de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial, ESII, para la ambientalización de los estudios de Ingeniería de Sistemas y Automática, que imparte en diferentes centros y escuelas de la UPC.*

**Palabras Clave:** Ambientalización Curricular, Sostenibilidad, Ingeniería de Sistemas, Educación en Valores.

## 1 INTRODUCCIÓN

Actualmente se está produciendo una toma de conciencia gradual del papel que cumple la educación en la comprensión, prevención y solución de los problemas medioambientales tales como el mal y excesivo uso de los recursos naturales, el conjunto de cambios sustanciales en el medio ambiente (deforestación, desastres naturales, cambio climático, contaminación...), etc. La clave de estos problemas estriba en buena medida, en los factores sociales, económicos y culturales que los provocan y que no será posible, por consiguiente, prevenirlos o resolverlos con medios exclusivamente tecnológicos, sino que habrá que contemplar, sobre todo, la actuación de los valores, las actitudes y los comportamientos de los individuos y grupos con respecto a su medio. De hecho, la 'Educación Ambiental' consiste precisamente en incidir directamente sobre el conjunto de valores que permite guiar nuestro comportamiento como individuos dentro de un colectivo, ayudando a sensibilizarnos y a preocuparnos por el entorno

global y su problemática [2]. Este nuevo tipo de educación tiene que llevarse a cabo desde todos los niveles educativos: desde la Educación Primaria hasta la Universidad, pasando por la Educación Secundaria. Las Universidades [3] tienen que afrontar el problema medioambiental con iniciativas proactivas, con responsabilidad, y liderando el cambio, para poder avanzar hacia un mundo más sensible en lo que se refiere al entorno natural que nos rodea, donde la sobreexplotación y la degradación de los recursos de la Tierra sean mínimas. Es decir, se persigue una sociedad donde los profesionales de diferentes áreas que tienen un papel relevante y decisivo para tomar decisiones que afecten al entorno y a la calidad de vida de todos, tengan en cuenta el respeto y cuidado que se debe tener al Planeta para poder conseguir el bienestar y un mundo sostenible. Por tanto, el desarrollo sostenible es el nuevo reto que se plantea la sociedad en este nuevo siglo. Los ingenieros, arquitectos, informáticos o matemáticos tendrán un papel clave a la hora de contribuir al desarrollo tecnológico necesario para el reto de la sostenibilidad. Por eso, la Universidad ha de formar personas que sean capaces de liderar este cambio de paradigma. La UPC, en el marco de su segundo Plan de Medio Ambiente, aprobado en 2002, juntamente con el departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya, ha trabajado intensamente para incorporar la cultura de la sostenibilidad en los estudios que se imparten en sus escuelas de ingeniería y facultades, en el llamado proceso de 'ambientalización curricular' [8].

En este artículo nos centraremos en la ambientalización curricular de las materias que pertenecen al área de conocimiento de la Ingeniería de Sistemas y Automática, que imparte el Dpto. de ESII en diferentes centros de la UPC. En primer lugar, se explicarán la motivación, objetivos y herramientas necesarias para realizar este proceso. A continuación, expondremos la metodología, las ideas, propuestas y acciones esenciales, y los materiales que se han llevado a cabo específicamente para poder ambientalizar las materias que se imparten. Finalmente, se presentarán las conclusiones de este cambio de valores que está sufriendo la Educación Superior.

## 2 AMBIENTALIZACIÓN CURRICULAR

### 2.1 Motivación

La ambientalización curricular comprende la introducción de conocimientos, criterios y valores ambientales y sostenibles en los estudios y programas universitarios. Supone incluir en los planes de estudios los conceptos y los instrumentos que permiten comprender y apreciar el medio ambiente y su complejidad, entender la relación entre la actividad humana y el medio e integrar el factor ambiental en su actividad profesional. Comporta la integración de estos conocimientos y del paradigma del desarrollo sostenible en las titulaciones existentes, a través de asignaturas ya establecidas. Por tanto, representa un cambio radical en la concepción y explicación de muchas de las materias y provoca un replanteamiento global de la formación universitaria, sobretodo de los estudios tecnológicos [1]. Además, ha de favorecer la interdisciplinariedad, poniendo especial énfasis en la complejidad de los problemas ambientales y en el hecho de que muchas veces las soluciones se traten mediante enfoques interdisciplinarios. La interdisciplinariedad implica la capacidad de pensar ampliamente, de saber qué cosa va ligada con qué. De hecho, el medio ambiente y la sostenibilidad representan el punto de contacto entre áreas de conocimiento tradicionalmente aisladas entre sí. De esta manera se pueden crear nuevos proyectos docentes entre escuelas y facultades diferentes o entre asignaturas, como ya han hecho algunas universidades americanas y europeas [9] [10].

De cara a la actividad profesional futura del universitario, existe la necesidad de introducir la ambientalización curricular en los estudios técnicos ya que cada vez más las empresas solicitan titulados en disciplinas tecnológicas (ingeniería industrial, electrónica, química, de telecomunicaciones, informática, civil, etc.) que estén familiarizados con los aspectos ambientales de su titulación y que sean capaces de hacer servir sus conocimientos tecnológicos y medioambientales para tomar decisiones. Hasta ahora los proyectos de ingeniería incorporaban indefectiblemente la viabilidad económica y la viabilidad técnica, ahora es el momento de añadir la viabilidad ambiental [12]

### 2.2 Objetivos

El principal objetivo de la ambientalización curricular es conseguir que los profesores incorporen en sus asignaturas las consideraciones sobre sostenibilidad que hacen referencia a las materias que imparten, tanto de una manera formal (explicando estos aspectos en sus clases) como de una manera

implícita (trasmitiendo a los estudiantes la importancia de ser respetuosos con el medio). En ningún caso se pide a los profesores que sustituyan los conceptos que imparten en pro de añadir conceptos sobre medio ambiente, sino que se desea que estos conocimientos sean integrados dentro de los conocimientos básicos de cada asignatura o materia. En algunos casos, como en la Universidad de Delft [10], se desarrolla una asignatura para transmitir exclusivamente conceptos y conocimientos de medio ambiente y sostenibilidad. Dicha asignatura (*Tecnología y Sostenibilidad*) es no presencial y de libre elección, y proporciona a los alumnos una educación ambiental en la ingeniería. De este modo, el alumnado interesado, puede conseguir cursar las asignaturas específicas de las carreras científico-técnicas con unas bases suficientemente sólidas sobre medio ambiente. No obstante esto, los autores consideramos que, si se quisiera seguir este modelo en nuestras universidades, sería necesario que esta asignatura fuese obligatoria para que así la totalidad de nuestros futuros ingenieros tuviesen unos conocimientos básicos de sostenibilidad y fuesen capaces de relacionarlos con los problemas de ingeniería que se pueden encontrar en el mundo profesional. Conscientes de la implicación de añadir una asignatura obligatoria en niveles iniciales de los estudios universitarios, abogamos por la ambientalización de los propios conocimientos en cada una de las asignaturas. Esta visión vertical de ambientalizar los estudios, aunque insuficiente, parece más verosímil y de fácil aplicación por parte de los profesores que se sienten también más motivados por la sostenibilidad en un mundo cada día más tecnológico y menos “verde”.

### 2.3 Herramientas

El proceso de ambientalizar los estudios de ingeniería es largo, costoso y supone un gran esfuerzo para un profesorado, en muchos casos poco preparado para realizar dicha ambientalización curricular. Por eso existen herramientas de soporte al profesorado, que se han desarrollado de manera experimental como por ejemplo: cursos para el profesorado, material de ayuda, jornadas, conferencias y premios [11]. Una medida importante para dichos propósitos es la creación de cursos específicos que aborden los temas medioambientales principales de una manera básica y que ofrezcan las herramientas bibliográficas y de soporte que permitan al profesorado seguir avanzando y aprendiendo de una manera autodidáctica. Un aspecto clave de estos cursos es su diseño pedagógico, orientado según las etapas de aprendizaje de la “Carta de Belgrado” [7], en las que la información ha de servir para sensibilizar, replantear los valores e incentivar el compromiso y participación de las personas.

### 3 PROPUESTA AMBIENTALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

#### 3.1 Necesidad

El área de la Ingeniería de Sistemas y Automática, que se puede describir como la solución de problemas de regulación y control automático, está experimentando fuertes cambios debido a la creciente y constante preocupación de la humanidad frente a los importantes cambios medioambientales, ya sean naturales (inundaciones, terremotos, etc.) o creados por el hombre, la mayor parte de ellos nocivos como por ejemplo el cambio climático, la desertización y deforestación masiva, contaminación de fuentes de agua naturales, generación de gran cantidad de residuos,... Actualmente, para combatir esta crisis ambiental se ha empezado a incorporar y a tratar dentro de la disciplina de la Ingeniería de Sistemas conocimientos de materias hasta ahora impensables, como la biología, la ecología, entre otras, para resolver problemas de tipo tecnológico. Por ejemplo, durante los años 70 tuvo lugar la incorporación en los hogares españoles de sistemas de calefacción que se regían principalmente por un par de criterios: la máxima eficacia y prestaciones, y el mínimo gasto económico. Ahora, recién entrado el s. XXI, la necesidad de incorporar otros criterios para conseguir el bienestar social, como por ejemplo, el gasto mínimo de recursos naturales (mínimo consumo energético, utilización de energías renovables, etc.), queda reflejado en los países desarrollados donde se persigue cada vez más un desarrollo tecnológico respetuoso con el medio ambiente, es decir, sostenible. De hecho, el ingeniero de sistemas está interesado en el conocimiento y control de una parte de su medio, frecuentemente denominado sistema, con el propósito de proporcionar un producto económico y útil para la sociedad, y ahora, además “verde”. Es decir, un producto que no deteriore el medio ambiente, ecológico, renovable, reutilizable, reciclable y que para obtenerse se utilicen los mínimos recursos naturales posibles, es decir que cumpla las 3R<sup>1</sup>. Los objetivos de conocer y de controlar un sistema son complementarios ya que, para poderlo controlar más efectivamente, éste se ha de entender y modelar. La ingeniería de control automático juega un papel fundamental en los sistemas y procesos tecnológicos modernos. Los beneficios que se obtienen con una buena automatización pueden llegar a ser enormes. Estos beneficios incluyen productos de mejor calidad, menor consumo de energía, minimización de residuos, mayores niveles de seguridad y reducción de la contaminación. Por tanto, hace falta hacer un

<sup>1</sup> 3R: Reducir, Reutilizar y Reciclar.

esfuerzo para que la Ingeniería de Sistemas y Automática sea una herramienta de ayuda al diseño industrial y a los procesos de fabricación sostenibles para poder preservar el medio ambiente. En este sentido se han de aprovechar las ventajas de las diversas técnicas que ofrece la Automática aplicándolas a diferentes aspectos medioambientales tales como:

- Consideración de los impactos ambientales asociados a la producción, al uso y a la reintegración al medio de recursos, componentes y materiales utilizados en los diferentes elementos de la automatización de un proceso.
- Consideración de los impactos ambientales asociados a la automatización para la gestión de recursos y el reciclaje de residuos.
- Consideración de los impactos ambientales locales asociados a la implantación, a las tareas de automatización y al mantenimiento de sistemas de diferentes tecnologías que se utilizan en la industria y en el hogar.

Además, también se puede hacer especial mención y énfasis en la importancia que tienen los criterios medioambientales en el diseño de productos. Sería interesante proponer una concepción “esencial” de diseño en la cual se indicase explícitamente que el diseño de un producto consiste no solamente en hacer realidad el producto y sus prestaciones, sino que además se diseña el proceso de fabricación y la utilización del producto, incluyendo y previniendo los efectos laterales de esta utilización que pueden ser, por ejemplo, los residuos o el consumo. Además, se diseña la reutilización y/o rechazo de cada una de las partes del producto, teniendo en cuenta y minimizando, en todos los casos, el impacto ambiental que se producirá, la utilización de los materiales y el gasto de los recursos energéticos.

#### 3.2. Metodología

La Ingeniería de Sistemas y Automática se basa en los fundamentos de la teoría de la retroalimentación y el análisis de sistemas lineales, e integra los conceptos de las teorías de redes y comunicación. Por tanto, esta área de conocimiento no está limitada a ninguna disciplina de la ingeniería, sino que es igualmente aplicable a las ingenierías aeronáutica, química, mecánica, del medio ambiente, médica, civil y eléctrica. De hecho, la ambientalización de esta disciplina no difiere de la ambientalización de cualquier otra materia, ya que no se modifican los conceptos y descriptores básicos de las asignaturas [5] [6], sino que se incorporan criterios de sostenibilidad en la teoría, sesiones prácticas, problemas y ejercicios con aplicaciones medioambientales, o bien, diseñados con criterios medioambientales. Así, de esta manera, tendremos

como resultado una docencia *para la ambientalización*.

El área de conocimiento de la Ingeniería de Sistemas y Automática está formada por materias como: Modelado y Simulación de Sistemas, Dinámica de Sistemas, Regulación Automática, Control Avanzado, Tecnología de Control, Instrumentación Industrial, Robótica, Sistemas Integrados de Fabricación, Sistemas de Percepción, etc. Las ideas y propuestas para la ambientalización curricular de las anteriores materias que ha llevado a cabo el Dpto. de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial (ESAI) [4] se expone en el siguiente subapartado.

Para que los profesores, que imparten asignaturas dentro de esta área, tengan un material de soporte, los autores han publicado un libro, *Ambientalización curricular en los estudios de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial*, y un CD con casos prácticos, ejemplos y ejercicios de autoevaluación. El libro está destinado a los profesores, para que adquieran conocimientos básicos también sobre sostenibilidad dentro de materias tecnológicas y, así, puedan inspirarse y coger ideas cuando tengan que dar clases. El material en soporte CD está destinado también a los profesores pero como material directamente aplicable a sus clases prácticas y de ejercicios. El planteamiento es como poner al alcance de todos los profesores una serie de fichas (en este caso en formato electrónico) que cada profesor elige en función de la clase y materia que tenga que impartir en cada momento.

### **3.3 Ingeniería de Sistemas y Automática, Sostenibilidad y Medio Ambiente en los Temarios**

Para la ambientalización curricular de la Ingeniería de Sistemas no se propone ningún cambio en los aspectos teóricos, ni en la programación de las asignaturas, sino solamente la inclusión de contenidos referente a la sostenibilidad, ya sea mediante aplicaciones medioambientales como a partir de soluciones que sean respetuosas con el medio ambiente.

Una actividad sostenible será aquella que, entre otras, contemple la calidad total, el análisis el ciclo de vida (ACV) del producto, la eficiencia energética, la tecnología limpia, la ecología industrial, la producción cero de residuos, el valor de los recursos naturales, la igualdad social y la seguridad e higiene laboral. Por tanto, el ingeniero de sistemas puede tener que resolver un problema de ingeniería de temática ambiental (por ejemplo: modelado y simulación de un canal riego para hacer previsión de crecidas, automatización de un molino eólico para el

suministro de energía eólica, control de la contaminación acústica, depuración de gases, etc.), o bien se puede encontrar con un problema totalmente de tipo tecnológico (por ejemplo: control de un cohete, automatización de una fábrica del sector alimenticio, etc.). En el primer caso el medio ambiente ya está directamente implícito en el mismo problema, en cambio, en el segundo caso se ha de buscar una solución que tenga en cuenta el medio ambiente, además de otros criterios, habitualmente utilizados, como los económicos y de eficiencia.

Las diferentes aplicaciones medioambientales se pueden clasificar según los siguientes grandes ámbitos de trabajo:

1. El ciclo y la gestión del agua: Como es sabido el agua es un bien escaso que hace falta preservar, por ejemplo en nuestro entorno mediterráneo donde una pluviometría baja y de distribución muy irregular condiciona el comportamiento de las cuencas que abastecen nuestro territorio. Por tanto, la gestión integral de este recurso vital constituye uno de los retos más críticos para el desarrollo sostenible de nuestro Planeta. Posibles aplicaciones en este ámbito son el control automático de redes hidráulicas para la gestión de caudales y volúmenes, del alcantarillado y de colectores, de plantas potabilizadoras de agua, de canales de riego...
2. Sistema energético: Los sistemas energéticos y los procesos productivos actuales se caracterizan por tener un alto grado de disipación energética, la cual cosa toma más relevancia en el caso de las energías no renovables. Se ha de ser consciente del reto que el consumo energético supone para el desarrollo sostenible y la mejora del actual modelo energético. Posibles áreas de trabajo dentro de este ámbito son:
  - La eficiencia energética para la optimización de procesos tecnológicos de la producción. Por ejemplo, desarrollar y aplicar técnicas de control en sistemas de climatización (calor-frío), sistemas lumínicos y de plantas generadoras de energías renovables (control automático de generadores de turbina eólica, control de centrales térmicas solares, etc.).
  - Ahorro energético para la obtención de un consumo más bajo en sistemas de uso cotidiano (electrodomésticos, lavadora, lavavajillas, microondas, sistemas de gestión de agua caliente sanitaria (ACS), etc.)
3. Reciclaje y reutilización: Es importante la automatización de procesos y sistemas de producción que contemplen el reciclaje de los elementos y los recursos energéticos. Por ejemplo: utilización de sistemas robóticos para la limpieza de residuos, el desmontaje automático y la identificación de componentes electrónicos

(circuitos impresos, etc.) para una posterior reutilización de estos, etc.

La implementación de una solución (a un problema de ingeniería de control) no medioambiental, a pesar de su robustez y fiabilidad puede presentar problemas importantes como, por ejemplo:

- Elevado consumo. Punto importante a tener en cuenta en el diseño de un determinado sistema de control considerado 'ambientalmente aceptable'.
- Desgaste. Que provoca una evidente reducción efectiva de su vida útil de funcionamiento, que hace que se originen residuos, algunos de ellos difíciles de eliminar (como por ejemplo aceites de los sistemas de refrigeración de equipos de potencia, baterías de equipos electrónicos portátiles, etc.).
- Peso y volumen considerable. Que desde un punto de vista medioambiental, provoca graves problemas en algunos aspectos de su manipulación como el transporte, el almacenamiento, el embalaje, etc.
- Elevado número de elementos en su construcción. Que normalmente repercute directamente y negativamente en los tres puntos anteriores.
- Emisión de elevadas interferencias electromagnéticas del equipo.

Es bien cierto que es común la creencia o afirmación que la electrónica no contamina. Esto puede ser relativamente cierto cuando nos fijamos nada más en el equipo electrónico sin tener en cuenta el entorno donde está trabajando y nada más durante su vida útil. A pesar de esto, se puede decir que la afirmación es falsa. En efecto, el equipo electrónico no contamina por sí mismo (no provoca humos, ni ruido, etc.), pero puede estar controlando una planta que sí puede contaminar más o menos en función de la eficiencia del equipo electrónico que la controla. Es más, este equipo puede emitir radiaciones o interferencias electromagnéticas que pueden perjudicar no solo a otros equipos de su entorno, sino además a los seres vivos que lo rodean. Por otro lado, cuando este equipo deja de ser útil, genera una cantidad de residuos que se ha de contemplar que sean mayoritariamente reciclables. También cabe destacar que desde el punto de vista ambiental el autómata programable (PLC<sup>2</sup>) es una de las mejores alternativas actuales para la implementación de sistemas de control y automatización industriales debido a que ha paliado muchos de los problemas tan graves que tenían los sistemas automáticos basados en relés y en elementos electromagnéticos como por

ejemplo la poca flexibilidad, el elevado consumo, etc.

Por tanto, para el planteamiento de soluciones medioambientalizadoras de un problema de control automático se siguen, principalmente, los dos siguientes criterios:

1. Utilización de tecnología limpias. Se estudian todos aquellos aspectos de la producción industrial que puedan comportar mejoras tanto en el medio ambiente como en la propia industria como por ejemplo: optimización de los procesos industriales con el objetivo de bajar su carga contaminante, se ha de analizar detalladamente las diferentes alternativas tecnológicas más eficientes y limpias para la transformación de materias primas, y se ha de contemplar el uso de energías renovables, la utilización de combustibles que produzcan un menor impacto ambiental, etc.; respecto al producto la empresa habrá de plantearse si es posible reducir los materiales utilizados, si existen materiales alternativos que ofrezcan ventajas medioambientales adicionales, si puede mejorarse la utilidad y eficacia del producto, etc.
2. Ahorro de recursos naturales y reciclaje. Además de los objetivos habituales de control (estabilidad, rapidez y precisión del sistema de control), se añade otra especificación muy importante como el mínimo consumo de recursos naturales. En un proceso productivo esto se puede conseguir mediante la reutilización de la energía o del agua, reciclaje y renovación del aire, el control de calidad de los diferentes recursos necesarios para mantener la conservación de los ciclos naturales, etc.

Además, el impacto que sobre el medio ambiente provocan las actividades industriales hace que las empresas se involucren en el cumplimiento de una legislación cada vez más exigente. El compromiso empresarial con el medio ambiente ofrece una excelente oportunidad para contribuir a la preservación de nuestro entorno, permitiendo, además, mejorar la imagen pública de la organización, optimizar sus procesos productivos, aprovechar mejor sus recursos y conseguir una nada menospreciable reducción de los costes. Esto produce que muchas industrias quieran adoptar un Sistema de Gestión Medioambiental (SGM) eficaz y adecuado en cada caso. La Norma Internacional ISO 14001 proporciona el marco adecuado para llevar a cabo con éxito la implantación y el seguimiento de un SGM. En este sentido, el alumno debe conocer que existen principalmente tres ejes conocidos en los que la empresa puede potenciar su política medioambiental: el producto, el proceso de producción y los recursos naturales.

---

<sup>2</sup> PLC: *Programmable Logic Controller*.

## 4 CONCLUSIONES

La modificación principal que se propone y plantea para la ambientalización curricular de las materias que forman parte de la Ingeniería de Sistemas y Automática es la explicación de sus temarios (conocimientos básicos y avanzados, a criterio del profesor) sobre la base de casos prácticos, aplicaciones y solución de problemas para la sostenibilidad. Los autores han publicado material de soporte para que la incorporación de contenidos medioambientales sea más llevadero para los profesores y, de hecho ya están trabajando en la segunda edición la cual recogerá ayudas para ambientalizar todas las materias que el departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial imparte en la Universidad Politécnica de Cataluña. Se han de formar alumnos y por tanto futuros profesionales que no sólo tengan los adecuados y suficientes conocimientos científicos y técnicos sino que sigan en su modo de actuación (tanto en su vida profesional como personal) dos premisas fundamentales: no ser agresivos con el medio ambiente y ser socialmente justos.

### Referencias

- [1] Capdevila, I., (1999) L'ambientalització de la Universitat, Col·lecció Monografies d'Educació.
- [2] Criado, A. *et al.*, (2002) Educación Ambiental para Asociaciones Juveniles. Una guía práctica, Miraguano Ed., Amigos de la Tierra.
- [3] Domingo, J. *et al.*, (2003) "Planes de medio ambiente en las Universidades", artículo en el Diario *Avui*, 6 de diciembre.
- [4] Grau, A. y Bolea, Y., (2002) "Plan de ambientalización curricular", Report ESII-RT-02-02, UPC.
- [5] Ogata, K., (1998) Ingeniería de Control Moderna, Prentice-Hall, México.
- [6] Kuo, B.C., (1991) Sistemas Automáticos de Control, Prentice-Hall.
- [7] UNESCO, (1975) Final Report of the International Workshop of Environmental Education. Belgrad Declaration.
- [8] UPC, 2º Plan de Medio Ambiente (2002-2005), Oficina del Plan de Medio Ambiente-UPC.
- [9] <http://lfee.mit.edu/programs/peer>
- [10] <http://www.odo.tudelft.nl/english/index.html>
- [11] <http://www.upc.es/mediambient>
- [12] Weaber, P., *et al.*, (2000) Sustainable Technology Development, GreenLeaf.