

Ambientalización Curricular de los Estudios de Informática Industrial. La experiencia en la UPC.

Yolanda Bolea¹, Antoni Grau¹, Joan Domingo², Juan Gámiz², Herminio Martínez²

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

² Unidad Estructural de Electrónica, Esc. Univ. Ingeniería Técnica Industrial, Universidad Politécnica de Cataluña, UPC
e-mail: {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, ESAII, para la ambientalización de los estudios de Informática Industrial, que imparte en diferentes centros de la UPC.

1. Introducción

En estos últimos años la sociedad ha tomado conciencia de que el modelo de desarrollo actual afecta a nuestro Planeta de manera nociva. El mal y excesivo uso de los recursos naturales, el conjunto de cambios sustanciales en el medio ambiente (deforestación, desastres naturales, cambio climático, contaminación...) ha generado la problemática ambiental que hoy viven todos los países del mundo, especialmente los industrializados. Es por eso que el siglo XXI plantea un nuevo e importante reto en la sociedad: *la sostenibilidad*. Las Universidades tienen que afrontarlo 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 respecto y cuidado que se debe tener al Planeta para poder conseguir el bienestar y un mundo sostenible.

La UPC ha tenido una larga trayectoria trabajando en este sentido [url1]. Después de las iniciativas pioneras en diferentes ámbitos de actividades, la UPC se comprometió explícitamente en aprobar el primer Plan de medio ambiente en 1996. Los frutos de este Plan han sido numerosos, y han demostrado que hace falta seguir trabajando con tenacidad para así poder producir los cambios deseados, tanto a corto término como, y sobretodo, a largo término.

Por este motivo, la UPC ha diseñado un Segundo Plan de Medio Ambiente juntamente con la Generalidad de Cataluña, que pretende consolidar el trabajo hecho, y a la vez potenciar el proceso de 'ambientalización' integral de la Universidad en el período 2002-2005 [med02]. El segundo Plan de Medio Ambiente mantiene la visión global del proceso ya iniciado previamente, tratando de profundizar particularmente en algunos aspectos como: 1) la implicación de las personas, 2) la interrelación entre los diferentes ámbitos (formación, investigación y vida universitaria), 3) el inicio de un proceso de reflexión y debate sobre la sostenibilidad, y 4) la eficiencia, operabilidad y la definición de responsabilidades.

En este artículo trataremos el tema de la formación, o sea, la ambientalización curricular de los estudios universitarios que imparte la UPC. En concreto, se explicará la necesidad, objetivos, plan de acción, materiales, etc., que ha llevado a cabo el Dpto. de ESAII para la ambientalización curricular de materias y asignaturas de Informática Industrial, que se imparten en diferentes facultades o escuelas, ya sea de informática o bien de ingeniería industrial [gra02].

2. Ambientalización Curricular: Necesidad, Objetivos y Herramientas

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 ambiente 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 que se imparten en la Universidad.

Las Universidades titulan cada año a miles de personas. Personas que a lo largo de su vida profesional pueden incidir mucho en la sostenibilidad y el medio ambiente. La sociedad necesita especialistas que respeten y tengan en cuenta el entorno natural, capaces de ofrecer una visión global de los retos ambientales, y la Universidad ha de empezar a formarlos [cap97].

2.1. Necesidad

La ambientalización curricular supone un cambio en la concepción de las materias y provoca un replanteamiento global de las titulaciones, sobretodo de los estudios tecnológicos. 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 tratan mediante enfoques interdisciplinarios. La interdisciplinariedad implica la capacidad de pensar ampliamente, de saber qué cosa va ligada con qué. Pero, 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 europeas y americanas [url2, url3].

La ambientalización curricular coincide también con la mayoría de demandas laborales de las empresas. Las empresas solicitan titulados en

disciplinas técnicas (ingeniería industrial, civil, de telecomunicaciones, informática, 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.

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 (transmitiendo a los estudiantes la importancia de ser respetuosos con el medio). Pero, debido a la falta de tiempo incluso para desarrollar completamente los temarios específicos de las asignaturas y a que la introducción de conceptos de sostenibilidad en estos sería irrealizable en la práctica, en algunos casos se siguen los pasos de la Universidad de Delft [url2] desarrollando 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, 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.

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 soporte, jornadas, conferencias y premios [url1]. 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”, en las que la información ha de servir para sensibilizar, replantear los valores e incentivar el compromiso y participación de las personas [cap97].

3. Propuesta de Cómo Ambientalizar los Estudios de Informática Industrial

3.1. Metodología

La ambientalización de los estudios de Informática Industrial no difiere de la ambientalización de cualquier otra materia, ya que no se modifican los conceptos y descriptores básicos de las asignaturas [ada90][aim99], sino que se incorporan criterios de sostenibilidad en la teoría, sesiones prácticas, problemas y ejercicios.

Para poder desarrollar con claridad las ideas y propuestas que se pueden llevar a cabo para la ambientalización de las asignaturas de Informática Industrial (apartado 4), éstas se han clasificado en cuatro módulos bien diferenciados:

1. Fundamentos Tecnológicos de los Computadores y Sistemas Digitales.
2. Sistemas Microprocesadores.
3. Computadores Industriales.
4. Visión por Computador.

Además de estas materias, en [dom04] se ha desarrollado la ambientalización curricular para las materias de Robótica y de Automatización Industrial, las cuales no se presentan en este artículo.

3.2. Informática Industrial para la Ambientalización

Hace falta hacer un esfuerzo para que la informática sea una herramienta de ayuda al

diseño industrial y a los procesos de fabricación sostenibles para poder preservar el medio ambiente. Se han de aprovechar las ventajas de las diversas técnicas informáticas aplicándolas a diferentes aspectos medioambientales. Estas técnicas se pueden aplicar a diferentes áreas industriales:

- Control de procesos: monitorización de sistemas ambientales, gestión de residuos evaluación de riesgos e impactos ambientales, etc.
- Reciclaje: utilización de sistemas de visión por ordenador para la identificación de componentes electrónicos (por ejemplo, circuitos impresos) para una posterior reutilización de éstos.
- Consideración de los impactos ambientales asociados a la detección de éstos y al control de la calidad de diferentes recursos. Por ejemplo, algunos campos de relevante importancia de la informática, pueden ser:
 - El control de calidad de los diferentes recursos necesarios para mantener la conservación de los ciclos naturales.
 - La detección de problemas medioambientales mediante el tratamiento de imágenes.

Además, también se puede hacer especial mención y énfasis, como se ha dicho anteriormente, en la importancia que tienen los criterios medioambientales de diseño. 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.

4. Informática Industrial, Sostenibilidad y Medio Ambiente en los Temarios

En este apartado se expondrán las ideas, acciones y propuestas para la ambientalización curricular de los cuatro módulos, anteriormente citados, que entre otros forman parte de la Informática

Industrial. 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.

4.1. Fundamentos Tecnológicos de los Computadores y Sistemas Digitales

En este módulo se representan tanto las ideas que se pueden llevar a cabo para ambientalizar los bloques constructivos en que se basan los actuales equipos informáticos como los elementos que permiten ambientalizar un sistema digital. Estos bloques son de diversa naturaleza e implican un amplio abanico de posibilidades a la hora de ambientalizar este campo. En general, el proceso de ambientalización de productos electrónicos de gran consumo, como es el caso particular de los actuales ordenadores personales y otros equipos de uso común en nuestra sociedad (cadenas de música Hi-Fi, televisores, vídeos, teléfonos móviles, etc.) necesitan de un elaborado proceso de reflexión por parte de los ingenieros encargados de su desarrollo a causa, en gran parte, de la diversidad de elementos, bloques y componentes que intervienen en las diferentes etapas de su elaboración.

Cuando se habla sobre la ambientalización tecnológica de los computadores, se puede pensar en dos vertientes bien diferenciadas, según la persona que haga la reflexión:

- I. Desde el punto de vista de un usuario (particular o entidad) que compra un equipo informático para su uso (profesional o lúdico).
- II. Desde el punto de vista de un fabricante que fabrica, transporta y comercializa el producto informático o del ingeniero que lo diseña.

En el primer caso (I), el proceso de ambientalización pasa por la compra inteligente de sistemas que tengan una serie de parámetros que hagan que el producto que se adquiere sea amigable y respetuoso con el ambiente, tanto en la fase de fabricación, como en el transporte, vida útil y, finalmente, cuando el producto ha cumplido su misión y ha de ser reciclado. Estos aspectos a tener en cuenta pasan por los siguientes puntos:

- **Adquisición de equipos de bajo consumo.** Conviene que el futuro comprador de uno de estos equipos se informe sobre el consumo eléctrico que dispone el equipo que está interesado en adquirir. En este punto se ha de tener en cuenta que, por ejemplo, la adquisición de un monitor TFT¹ es mucho más ventajosa desde un punto de vista del consumo que un monitor de tubo de rayos catódicos (CRT²), además de otras ventajas asociadas a la salud de los usuarios como la disminución de las radiaciones, etc.
- **Adquisición de equipos con los mínimos componentes imprescindibles.** Este aspecto incide en el punto de la compra de equipos compactos y con los elementos mínimos que habremos de necesitar como usuarios para nuestra aplicación. Desde esta perspectiva, por ejemplo, un equipo portátil sería más buena adquisición que un equipo de sobremesa.
- **Adquisición de equipos con materiales que puedan ser fácilmente reciclados.** A pesar de que este aspecto es un punto que a los usuarios corrientes les puede resultar difícil de tener en cuenta porque, entre otras razones, el interior del equipo no es generalmente accesible a la mayoría de ellos, la compra de un equipo se puede ver afectada por los materiales con los que éstos están contruidos. Los materiales metálicos y gran parte de los plásticos actuales con los que están hechas las carcasas y cajas de los equipos informáticos actuales son fácilmente reciclables.
- **Adquisición de equipos que disminuyan la emisión de las radiaciones e interferencias electromagnéticas.** La gran mayoría de usuarios acaban trabajando horas y horas delante del ordenador. Por tanto, un punto importante para la salud es la emisión de radiaciones electromagnéticas que los equipos informáticos (y especialmente su pantalla) pueden emitir. Como usuarios no se puede hacer nada más que confiar en los diferentes fabricantes de ordenadores. De este modo, muchos fabricantes de monitores de ordenadores ya incorporan una etiqueta *low radiation* que de alguna manera garantiza una

¹ TFT: *Thin Film Transistor*.

² CRT: *Cathode Ray Tube*.

minimización de la radiación electromagnética que estos equipos pueden radiar en el ambiente.

Desde el punto de vista de los ingenieros (II) encargados del diseño, desarrollo, fabricación, transporte y almacenamiento del producto, los aspectos a considerar son mucho más amplios y, naturalmente, más técnicos. Los bloques que constituyen un ordenador van desde elementos puramente electrónicos (como son los circuitos integrados SSI³, MSI⁴ y VLSI⁵, tarjetas de circuitos impresos, etc.) hasta dispositivos electromecánicos (como unidades de disco duro, etc.), pasando por elementos mecánicos (cajas de protección, etc.) y gran cantidad de cableado de conexionado. La ambientalización de estos sistemas, independientemente de la funcionalidad final a la que van destinados, parte de una serie de puntos clave no excluyentes entre sí y que son los siguientes:

- **Realización del diseño considerando criterios ambientales.** Por definición, el término “ingeniería” es la ciencia, el objetivo de la cual es hacer que las propiedades de la materia y de las fuentes de energía sean útiles al ser humano, de acuerdo con el entorno donde éste habita y preservando el medio ambiente. Como queda claro a partir de esta definición, la concepción, diseño y construcción de equipos y máquinas para la mejora de la calidad de vida de nuestra sociedad ha de estar en perfecta consonancia con el medio ambiente.
- **Reducción de los elementos que intervienen en la fabricación de las computadoras.** Los ordenadores electrónicos se implementan mediante circuitos integrados interconectados entre sí con conductores de cobre adheridos a una placa de baquelita o de fibra de vidrio. Por un lado, estas placas están hechas de múltiples materiales (resinas, adhesivos, etc.) y, por otro lado, en los procesos tanto de producción de las propias placas como en el de materialización de cada circuito específico intervienen diferentes productos químicos que suponen la generación de residuos que, a menudo, acaban en el alcantarillado público. A medida que el área de

un circuito impreso es más grande, más elevada es la generación de residuos.

- **Reducción del peso y del volumen de los diferentes elementos que intervienen en la arquitectura de los equipos de los ordenadores.** En este aspecto interesa que se minimice el peso y el volumen de los equipos informáticos, no solamente por la comodidad que supone de cara al usuario final, sino para conseguir reducir el impacto ambiental del transporte y del almacenamiento. En efecto, los equipos más pequeños y ligeros implican por regla general menos gastos económicos y menos contaminación en los diferentes procesos de embalaje, transporte, almacenamiento, etc.
- **Reducción de la cantidad de circuitos integrados y elementos que hacen falta para implementar los subsistemas electrónicos del computador digital.** Siempre que sea posible se ha de realizar la implementación de los circuitos digitales que forman parte de los diferentes equipos o subsistemas del ordenador digital, utilizando la llamada lógica programable de gran densidad de integración (VLSI) que permite la implementación de dispositivos como PLDs⁶ y FPGAs⁷ y, si es posible, minimizar el uso de circuitos de pequeña escala de integración (SSI). Estos elementos VLSI permiten disminuir la cantidad de circuitos integrados de la aplicación reduciendo, por tanto, residuos en el proceso de soldadura de las diferentes placas del circuito impreso.
- **Minimización del consumo energético del equipo a lo largo de su vida.** Los diseños de los equipos electrónicos que forman parte de un computador encontrarán en la velocidad de operación una de las causas a las que prestar la máxima atención para poder determinar el punto de equilibrio entre el gasto energético y la velocidad del sistema.
- **Minimización de los residuos al final de la vida del ordenador.** Los residuos generados a partir de un ordenador constan principalmente de circuitos impresos, circuitos integrados, una inmensa cantidad de componentes electrónicos discretos (condensadores, etc.), diferentes elementos mecánicos o electromecánicos,

³ SSI: *Small Scale Integration*.

⁴ MSI: *Medium Scale Integration*.

⁵ VLSI: *Very Large Scale Integration*.

⁶ PLDs: *Programmable Logic Devices*.

⁷ FPGAs: *Field-Programmable Gate Arrays*.

elementos de conexión, etc. Todos estos elementos, en cantidades pequeñas, no suponen ningún riesgo, pero se ha de procurar que la cantidad de elementos que constituyen el sistema digital sean los imprescindibles y de la máxima calidad ambiental.

- **Intento de que los elementos que forman el ordenador no incorporen en ningún caso materiales considerados contaminantes.** Algunos componentes electrónicos utilizados a menudo en los equipos informáticos, como son los condensadores electrolíticos, pueden ser elementos que contengan sustancias contaminantes como son los ácidos. Es importante minimizar la utilización de estos componentes. En el caso de las baterías presentes en los ordenadores, hace falta evitar las que sean de níquel-cadmio ya que este segundo elemento es altamente contaminante, y sustituirlas por cualquier otro tipo que sea más respetuoso con el medio ambiente como por ejemplo las de metal-hidruro.
- **Prevención del fin de la vida y reciclaje de los diferentes elementos y bloques que forman el ordenador.** El diseñador ha de prever la manera de cómo ha de acabar la vida útil del producto informático que ha diseñado y señalar si será reutilizable en alguna de sus partes, si será reciclable alguno de sus componentes o si se podrá recuperar algún elemento para posteriores aplicaciones.
- **Disminución de la emisión de radiaciones e interferencias electromagnéticas en el equipo.** Una mejora a tener en consideración será la de hacer el diseño de la circuitería de un ordenador de manera que la compatibilidad electromagnética sea lo más grande posible, de forma que el equipo no sea una fuente de ruido electromagnético (interfiriendo en bandas de frecuencia del espectro).

4.2. Sistemas Microprocesadores

En el ámbito de la ambientalización, los factores que condicionan el diseño de los sistemas electrónicos con microprocesadores no difieren de los que se presentan en el diseño y realización de sistemas digitales que incorporan dispositivos lógico programables ya que, atendiendo a una estricta clasificación, el microprocesador (μP) constituye una de las más importantes familias de

este tipo de dispositivos. Es por eso que, de una parte, la densidad de integración, el consumo de energía, la velocidad de operación y la medida (ligados estrechamente con la tecnología de fabricación) y, de otra parte, el reciclaje de materiales y la reducción de residuos tóxicos al final de la vida útil del μP y de sus periféricos, son aspectos importantes que han de ser tenidos especialmente en consideración. No obstante esto, la utilización del μP impone tener en cuenta otros aspectos ambientales relacionados con su propia naturaleza y funcionalidad:

- **Emisividad (EMI⁸) i susceptibilidad (EMS⁹) electromagnéticas.** El μP accede a la información, la procesa, y devuelve resultados mediante un conjunto de señales digitales en los buses de direcciones, datos y control, en determinados instantes de tiempo perfectamente sincronizados por el reloj del sistema. El efecto que en cada línea de bus provoca la transición de un nivel lógico a otro, lo que se traduce en la generación de ruido eléctrico (conducido y/o radiado), más intenso a medida que es mayor la variación temporal de la tensión, en muchos casos, puede llegar a perturbar el funcionamiento normal de los dispositivos del entorno del μP , y, hasta de los equipos electrónicos cercanos.
- **Frecuencia de trabajo del μP .** Aspectos como el tipo de arquitectura (CISC¹⁰ o RISC¹¹), el número de buses internos, la incorporación de etapas *pipe-line*, la cantidad de registros internos, la potencia de modos de direccionamiento, etc., pueden hacer que un μP de menor frecuencia de operación trabaje de manera más eficiente que otro de mayor frecuencia. De esto se deduce que un aumento de la frecuencia de trabajo implica un aumento de las interferencias electromagnéticas generadas y un mayor consumo energético del componente que, a la vez, se traduce en un aumento de su temperatura que da lugar a funcionamientos anormales o derivas térmicas inaceptables.
- **Consideraciones de diseño.** Es habitual encontrar al μP funcionando estrechamente

⁸ EMI: *Electromagnetic Interferences*.

⁹ EMS: *Electromagnetic Susceptibility*.

¹⁰ CISC: *Complex Instruction Set Computer*.

¹¹ RISC: *Reduced Instruction Set Computer*.

ligado a otros dispositivos de naturaleza analógica como amplificadores operacionales (AO), convertidores analógicos/digitales (A/D) o digitales/analógicos (D/A), etc. En estos casos, la distribución de los componentes en el circuito impreso utilizado de soporte ha de ser tal que las señales analógicas y digitales coexistan sin interferirse entre ellas.

- **Fiabilidad funcional.** Los “supervisores” (circuitos de los que se dispone en el interior del μ P) incluyen funciones, como por ejemplo, la de proporcionar una señal de reinicialización del μ P cuando se detecte un error dentro de su actividad (función de *watch-dog*) y/o la de generar una señal de interrupción al detectar, por ejemplo, una caída de tensión de la alimentación o una parada del μ P (que puede ser provocada por interferencias electromagnéticas intensas).
- **Integración de la electrónica.** El área que ocupa la electrónica de cualquier sistema, en particular la que incorporan los microprocesadores, ha de ser un parámetro a minimizar. Esto se traduce en un ahorro de costes de producción, en una disminución de residuos tóxicos en el proceso de fabricación, en una mayor fiabilidad y robustez en el diseño, en un menor volumen de materiales a reciclar al final de la vida útil del sistema y, asociado a todo esto, en un ahorro importante de la energía necesaria para la manufacturación y explotación.

4.3. Computadores Industriales

La implantación industrial de los computadores contemplando los siguientes aspectos: características constructivas, el *hardware* y el *software*, permite la integración del ordenador en la planta sin interferir en los equipos y dispositivos de su entorno, y sin ser interferido por los mismos. Además de los requisitos ambientales válidos para cualquier sistema electrónico, los computadores industriales (ICs) han de contemplar otros, derivados de su propia naturaleza, los cuales se concretan, principalmente, en:

- **El ahorro energético.** Éste se produce mediante la función de desconexión automática de ciertos periféricos inactivos.
- **La extensión de la vida útil del IC.** La cual se basa, principalmente, en la posibilidad de

sustitución y actualización de elementos vitales, como discos duros, unidades de CD¹²/DVD¹³, RAM¹⁴, etc.

- **La reducción de materiales y sustancias contaminantes.** Un ejemplo puede ser la limitación a no más de 3mg de mercurio en las lámparas de retroalimentación de las pantallas de cristal líquido (LCD¹⁵), o baterías que no contienen más del 0.0001% de su peso en mercurio o no más del 0.001% de su peso en cadmio.
- **La reducción de nivel de potencia acústica de la unidad del sistema.** De acuerdo con lo establecido en el punto 3.2.5 de la norma ISO 9296, no podrá superar los 48dB(A) en modo de funcionamiento de reposo, y 55dB(A) al acceder a las unidades de disco.
- **Las radiaciones electromagnéticas.** Para el monitor del computador este tipo de radiaciones no deben exceder los límites de exposición establecidos en la recomendación 1995/519/CE, relativa a la exposición al público en general de campos electromagnéticos (0Hz a 300GHz).
- **El reciclaje de los componentes que forman parte del IC.** Se realiza mediante el desmontaje y la separación de materiales incompatibles y/o peligrosos y, también, que sean técnicamente reciclables el 90% de los materiales plásticos y metálicos de la caja y el chasis. Además, las piezas de plástico no han de contener plomo o cadmio adheridos.

4.4. Visión por Computador

Dentro de esta temática se describen algunas aplicaciones medioambientales que se pueden poner como ejemplos y/o prácticas. Se han dividido las aplicaciones en varios grupos según sus afinidades.

1. Estudio de imágenes aéreas (*remote sensing*):

Este tipo de imágenes puede ser obtenido de varias formas como son mediante satélites, mediante equipos aerotransportados en aviones volando a varios niveles, helicópteros o globos aerostáticos; también existen aplicaciones donde

¹² CD: *Compact Disk*.

¹³ DVD: *Digital Versatile Disk*.

¹⁴ RAM: *Random Access Memory*.

¹⁵ LCD: *Liquid Cristal Display*.

la imagen se obtiene desde zonas elevadas como montañas o torres de vigilancia forestal.

- mar: estudio de corrientes marinas, crecimiento de algas, aparición y seguimiento de mareas negras, evaluación y seguimiento de bancos de peces, preservación de las playas por causa de la erosión marítima, etc.
- tierra: estudio de la desertización de áreas geográficas, estudio de especies arbóreas y su evolución, control de cosechas y alerta de plagas en ellas, control en la tala de árboles y selvas, seguimiento en la replantación de zonas taladas, alerta y seguimiento de incendios forestales, seguimiento de lava expulsada en zonas volcánicas, seguimiento de nubes contaminantes ya sean naturales (erupciones) o bien artificiales (escapes accidentales en industrias), control de pozos petrolíferos, control del crecimiento urbanístico en zonas protegidas, control y medición de la contaminación lumínica en áreas urbanas, análisis del tráfico viario, estudios de catastro, etc.
- ríos, lagos: control de contaminación en zonas acuíferas, control de la formación, seguimiento de la superficie y morfología de deltas en las desembocaduras de grandes ríos, control de calidad de agua en las afluencias de ríos, detección y seguimiento en los niveles de las reservas de agua (pantanos y embalses), etc.
- atmósfera: control del agujero en la capa de ozono.
- zonas heladas: control de deshielo en la Antártica y el Ártico, seguimiento del deshielo en las cumbres de las grandes cordilleras para alertar de inundaciones río abajo, análisis del cambio climático observando el deshielo, etc.

2. Estudio de imágenes submarinas: El mar es una de las zonas donde las catástrofes medioambientales tardan más en ser detectadas y, sobre todo, corregidas dada la poca, o incluso nula, accesibilidad por parte de equipos humanos. Por esta razón, muchas de las misiones de rescate y reparación de averías, fugas, escapes o roturas han de ser robotizadas y el papel de la visión por computador pasa a ser imprescindible. Algunas de las aplicaciones que se pueden explicar son:

- Detección y prevención: inspección de cable submarino frente a posibles roturas por derrumbe del suelo, etc.

- Navegación y reparación robotizada: ayuda a la navegación automática, semi-automática o teledirigida de vehículos submarinos (AUV¹⁶), etc.

3. Aplicaciones industriales: En este ámbito existen muchas aplicaciones en las cuales el uso de la visión puede ayudar a tareas que tiene un vínculo directo con el medio ambiente tales como la clasificación de productos para su posterior reciclado y/o reutilización, [seu00]. Un ejemplo típico puede ser el de las cadenas de desmontaje.

5. Conclusiones

La modificación principal que se propone y plantea para la ambientalización curricular de las asignaturas que forman parte de la Informática Industrial 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.

No tiene sentido evaluar a los alumnos sobre los criterios de sostenibilidad que han adquirido dado que no es una habilidad sino más bien una actitud, y sólo a la larga se demuestra como dicha actitud se lleva a la práctica en la actividad que desarrollará este alumno (ingeniero, después) en su vida laboral (y privada también).

Se han elaborado materiales destinados al profesorado que desee incorporar conceptos, nociones y ejemplos de sostenibilidad sobre la materia que imparte, asimismo se han elaborado unas fichas de soporte para el alumnado que desee realizar ejercicios y problemas sobre temas medioambientales siempre alrededor de las asignaturas que se cursan.

Referencias

- [ada90] Adams, R.E., *Source Book of Automatic Identification and Data Collection*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
- [aim99] AIM (ed.), *Understanding 2D Symbolologies*. Automatic Identification Manufacturers, Pittsburgh, 1999.

¹⁶ AUV: *Autonomous Underwater Vehicles*.

- [cap97] Capdevila, I., *La ambientalización de la Universidad*. Monografías de educación ambiental, 1997.
- [dom04] Domingo, J, Gamiz, J., Martinez, H., Bolea, Y., Climent, J., y Grau, A., *La Educación Ambiental en la Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial*, Antoni Grau Ed., UPC, 2004.
- [gra02] Grau, A. y Bolea, Y., “Plan de ambientalización curricular”, *Report interno ESII-RT-02-02*, (en catalán), UPC, 2002.
- [med02] “2º Plan de Medio Ambiente (2002-2005)”, Oficina del Plan de Medio Ambiente, UPC.
- [seu00] Seul, M., O’Gorman, L., Sammon, M.J., *Practical algorithms for image analysis*. Description, examples, and code, Cambridge Univ. Press, 2000.
- [url1] <http://www.upc.es/mediambient>
- [url2] <http://www.odo.tudelft.nl/english/index.html>
- [url3] <http://www.lfee.mit.edu/programs/peer>