

Capítulo N

Cómo formar Ingenieros en Informática en la competencia Sostenibilidad y Compromiso Social

David Franquesa, Josep-Llorenç Cruz, Carlos Álvarez,
Fermín Sánchez, Agustín Fernández y David López

Title— Teaching Sustainability and Social Compromise in Computing degrees.

Abstract— In addition to the technical skills, the new trends in engineering education include the so-called professional skills. These skills are usually hard to teach and to evaluate, and some of them are difficult to include in technical subjects. In this paper, we analyze the "Sustainability and Social Responsibility" skill, and we present several techniques to develop it, both at the comprehension and the application levels according to the Bloom taxonomy. Besides, we also analyze the main requirements in an Educational Institution in order to implement this skill.

Keywords— Professional Skills, Social Responsibility, Studies Organization, Sustainability, University Organization.

Abstract—En los nuevos planes de estudios hay que desarrollar competencias que resultan novedosas: prácticamente no han sido trabajadas con anterioridad. Cómo enseñarlas y cómo evaluarlas es una preocupación para los diseñadores de los nuevos planes.

Este artículo fue presentado originalmente a las XV Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2009. El trabajo ha sido desarrollado con el apoyo del Ministerio de Educación de España (proyectos TIN2007-60625 y TIN2007-61763).

David Franquesa está en la Càtedra UNESCO de Sostenibilidad, en la Universitat Politècnica de Catalunya, c/Colom 1. Campus Terrassa. Edif. TRI., Terrassa (email: david.franquesa@catunesco.upc.edu)

José-Llorenç Cruz está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Arquitectura de Computadores, España. (despacho C6-207, email: cruz@ac.upc.edu)

Carlos Álvarez está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Arquitectura de Computadores, España. (despacho D6-108, email: calvarez@ac.upc.edu)

Fermín Sánchez está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Arquitectura de Computadores, España. (teléfono: +34 934017234, fax: +34 934017055, despacho D6-106, email: fermin@ac.upc.edu)

Agustín Fernández está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Arquitectura de Computadores, España. (Despacho C6-219, email: agustin@ac.upc.edu)

David López pertenece al departamento de Arquitectura de Computadores de la Universidad Politècnica de Catalunya, e imparte clase en la Facultad de Informática Barcelona. Dirección: despacho C6-218, UPC- Campus Nord, C/Jordi Girona 1-3 08034 Barcelona, España. Email: david@ac.upc.edu...

Este artículo analiza la competencia “Sostenibilidad y Compromiso Social”, explicando técnicas para desarrollarla tanto a nivel de comprensión como al de aplicación, según la taxonomía de Bloom, y analiza las condiciones que deben darse en un centro para poder implementar estas técnicas en las asignaturas de su plan de estudios.

Keywords— Competencias transversales, Organización de Planes de Estudio, Organización de la Universidad, Responsabilidad Social, Sostenibilidad.

I. MOTIVACIÓN

LA implantación del Espacio Europeo de Educación superior (EEES) supone realizar un nuevo diseño de todas las titulaciones. Para llevar a cabo este trabajo no sólo se deben adaptar y actualizar los contenidos técnicos de la enseñanza, sino que también se deben incluir nuevos contenidos transversales o profesionales [1] que persiguen formar titulados más capaces y, en definitiva, más útiles a la sociedad. Estos nuevos contenidos parten de Europa, donde los descriptores de Dublín [5] definen el conjunto de competencias de un titulado de un determinado nivel. Dichas competencias se desarrollan en el Real Decreto [8] por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y se concretan para la informática en las competencias definidas por la CODDI [7] o en otras propuestas [10].

De entre las competencias transversales hay un subconjunto que resulta más fácil de concretar, ya que existe una larga tradición en su enseñanza. Otras, como la responsabilidad y la ética profesional o la conciencia social, a pesar de la importancia que actualmente se les confiere resultan más novedosas, menos trabajadas y, por lo tanto, presentan más dificultades para transmitirlos a los estudiantes. Por ejemplo, en [10] se enumeran las siguientes como competencias transversales de la ingeniería en informática, indicando entre paréntesis el nivel de importancia (sobre 3) otorgado a estas competencias en la titulación:

- Actuar en el desarrollo profesional con responsabilidad y ética profesional y de acuerdo con la legislación vigente (3).
- Considerar el contexto económico y social en las soluciones de ingeniería, siendo consciente de la diversidad y la multiculturalidad, y garantizando la sostenibilidad y el respeto a los derechos humanos (2).

La forma más simple de incorporar estas competencias es incluyendo algún tema que las refleje en asignaturas ya existentes, o creando nuevas asignaturas que se dediquen en exclusiva a estos temas. Con estas aproximaciones, sin embargo, es muy difícil que el estudiante pueda llegar más allá de un conocimiento de nivel 2 en la taxonomía de Bloom en estas materias, lo cual puede juzgarse insuficiente.

En este artículo se presenta una experiencia llevada a cabo en nuestra universidad que, gracias a la implicación de diversos agentes, permite alcanzar el nivel 3 de la taxonomía de Bloom en las competencias antes mencionadas, permitiéndonos traspasar la frontera entre la teoría y la práctica.

En la Sección 2 se explican los niveles de competencia y como pueden alcanzarse; la Sección 3 detalla los medios y agentes que intervienen en nuestra universidad en el desarrollo de estas competencias; la Sección 4 explica cómo se aprovechan los recursos disponibles; la Sección 5 presenta los resultados obtenidos; finalmente, la Sección 6 comenta las conclusiones.

II. NIVELES DE COMPETENCIA Y CÓMO ALCANZARLOS

Desarrollar la competencia Sostenibilidad y Compromiso Social (SyCS) requiere un cambio en la manera de pensar, dado que se busca la equidad y la solidaridad inter e intrageneracional de los recursos naturales [3], así como la preservación de la diversidad cultural [4], y estos no son temas que se hayan relacionado habitualmente con la educación en ingeniería.

Además, esta competencia se puede alcanzar a varios niveles. Bloom [2] distingue seis niveles de competencia en el dominio cognitivo: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. En este trabajo queremos presentar acciones que podemos llevar a cabo para conseguir que nuestros estudiantes alcancen los tres primeros niveles en la competencia SyCS. Así pues, ¿qué esperamos de nuestros alumnos en cada nivel?

- Nivel 1 (conocimiento): los alumnos deben ser capaces de identificar el precio que las TIC tienen a nivel social y medioambiental, y ser capaces de definir por qué la tecnología transforma la manera de vivir.
- Nivel 2 (comprensión): los alumnos deben ser capaces de predecir cómo su trabajo (actual y futuro) puede influir en temas sociales y ambientales, y extrapolar lo aprendido a su profesión.
- Nivel 3 (aplicación): los alumnos deben ser capaces de

enfrentarse a problemas reales relacionados con SyCS, diferentes de lo estudiado, y aplicar su conocimiento.

La Figura 1 (siguiente página) identifica en un diagrama causal los diferentes elementos implicados en nuestro trabajo (incluyendo los tres niveles de Bloom, con círculo en negrita), y donde las flechas indican relaciones positivas entre los mismos. Analizaremos a continuación este diagrama.

A. Acciones que afectan la docencia

Veremos a continuación acciones relacionadas con la educación, correspondientes a la parte derecha del diagrama causal.

- *Interacción y compromiso con la sociedad.* Se acusa muchas veces a la universidad de vivir en una “torre de marfil”, ignorante de los problemas reales de la sociedad. La universidad debe asumir nuevos roles y retos que tengan por objetivo afrontar las actuales crisis (energética, ecológica, de alimentos, financiera, etc.) [6]. Dentro de estos roles, destaca el de formar estudiantes que participen y se comprometan con los retos del entorno local, regional e internacional para asumir un rol activo en la solución de la problemática.
- *Observación y análisis del impacto de la tecnología en la sociedad.* Un modelo mental es una imagen mental arraigada en nuestro ser que usamos para comprender el mundo. Debemos plantear a nuestros estudiantes preguntas como: ¿Qué impactos sociales y ambientales tiene un chip de memoria? ¿Cuánta agua requiere la fabricación de un procesador? Con ello buscamos conseguir que tengan una actitud de aprendizaje continuo que incluya algo más que la “tecnología”, que busquen nueva información y conceptos, que cuestionen y reinterpreten la realidad cambiando su modelo mental y mirando con sus propios ojos, sin basarse en palabras, relatos y opiniones de otras personas. Esto afecta al primer nivel de Bloom.
- *Propuesta de soluciones.* ¿Cómo puedo reducir los desechos electrónicos (*E-waste*) que genera mi trabajo? La visión crítica nos llevará a la reflexión y a pensar sobre las acciones que podemos tomar para que la realidad se acerque más a lo que nos gustaría que fuera la realidad. Esto afecta al segundo nivel de Bloom.
- *Proyectos.* Más allá de proponer ideas, hay que implementarlas, aplicándolas a diferentes entornos y situaciones. Esta aplicación crea una experiencia. Las cosas salen bien o mal, o con ciertos problemas específicos. La realización de proyectos permite que exista la evaluación y por consiguiente la reflexión sobre preguntas como: ¿qué ocurrió? ¿por qué ocurrió? y ¿qué podemos aprender de ello? Esto nos lleva al tercer nivel de Bloom, y es la más difícil de llevar a cabo.

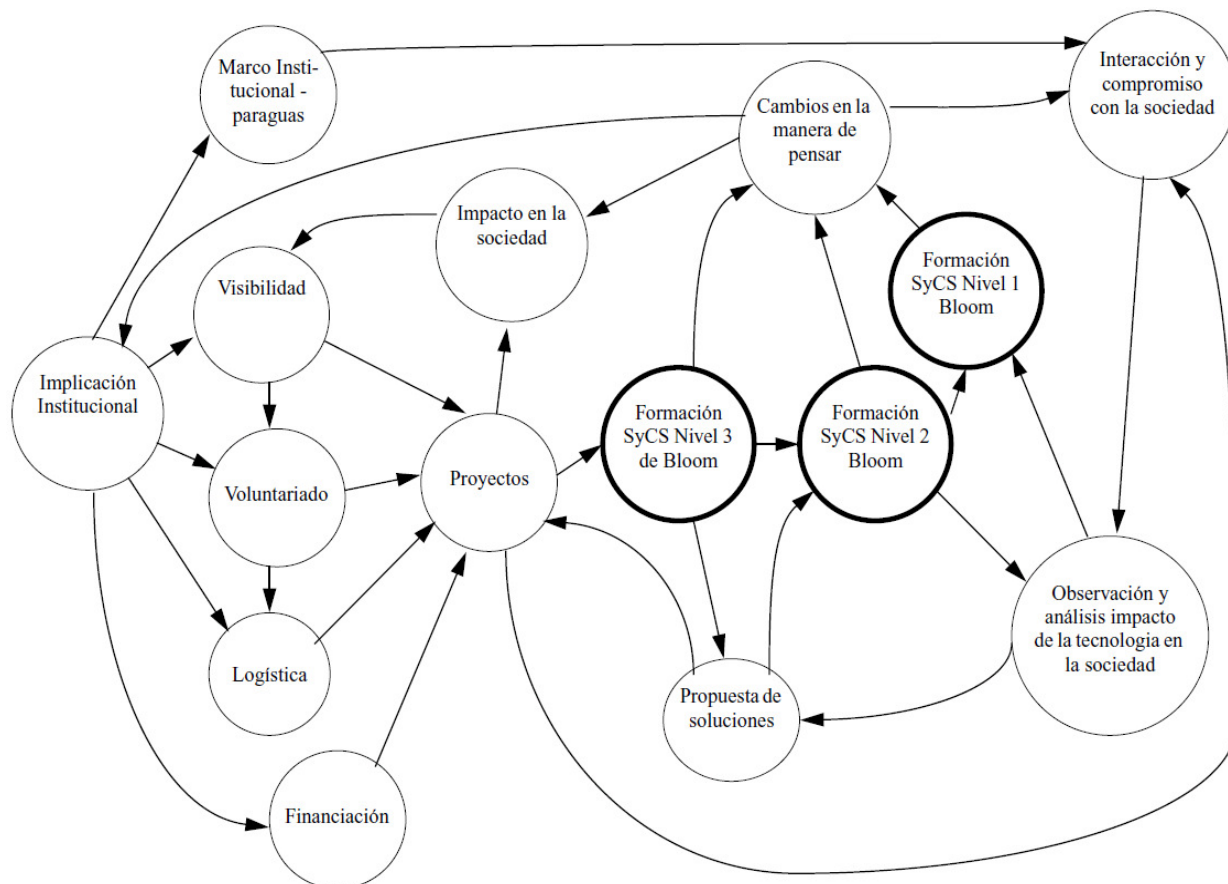


Figura 1. Diagrama causal

B. Implementación en los planes de estudio

¿Cómo se trasladan estas ideas a nuestra docencia?

Tenemos varias opciones:

- **Con asignaturas dedicadas:** asignaturas orientadas a adquirir estas competencias, estudiando los efectos e impactos sociales, ambientales y económicos de la informática, su historia, leyes que afectan a su práctica, ética, deontología profesional, política, etc., esperando que los alumnos asuman habilidades de reflexión, capacidad de estudio y análisis, espíritu crítico y metodologías que permitan afrontar la complejidad de la sostenibilidad. Estas asignaturas suelen cubrir las competencias al nivel 1 de la taxonomía de Bloom.
- **Con nuestras asignaturas “habituales”, si incluyen estas ideas.** De hecho, todas nuestras asignaturas deberían incorporar estas ideas, pues sería contradictorio que una asignatura sensibilizara a los estudiantes en un consumo responsable de los recursos informáticos y en otra no se fomentara un diseño eficiente de éstos. Es importante incorporarlo en todas las asignaturas, pues si nosotros no le damos importancia, es difícil que nuestros alumnos lo hagan. Así pues, nuestras soluciones deberían incorporar análisis de impacto social y ambiental de las soluciones propuestas, de manera que alcanzáramos el nivel 2 de Bloom.
- **Llegando un poco más lejos en algunas asignaturas “habituales”.** Muchas asignaturas tienen prácticas que se pueden orientar a trabajar en entornos reales y en colaboración con organizaciones sensibles a estos temas. Esto nos llevaría al nivel 3 de la taxonomía de Bloom. Dada su naturaleza, no se puede hacer en todas las asignaturas, pero sabemos que no todas las asignaturas deben incidir, ni de la misma manera, en todas las competencias.
- **En el Proyecto de Final de Carrera (PFC).** Podemos hacer que todo proyecto incluya un estudio del impacto social y ecológico del mismo (igual que incluye normalmente un estudio económico). También se pueden realizar proyectos en colaboración con el Tercer Sector (o sector solidario). Tanto en el ámbito local como en el internacional, las TIC pueden contribuir efectivamente a un desarrollo sostenible: sistemas informáticos para la gestión adecuada de recursos naturales (agua, alimento, medicinas,...); fomento del software libre para facilitar la apropiación de las TIC por parte de otras culturas; instalación de aulas informáticas; gestión e infraestructuras de ONG, y un largo etcétera, pueden ser proyectos que permitan al alumno tomar conciencia de las desigualdades, las injusticias sociales y los problemas ambientales.

C. Implicación institucional y voluntariado

La parte izquierda del diagrama presenta dos agentes imprescindibles, pero que como docentes no podemos controlar: el voluntariado y la implicación institucional.

Sin voluntarios, casi nada puede hacerse. Especialmente, si hablamos de proyectos. Necesitamos profesores dispuestos a incorporar estas ideas a sus asignaturas y a dirigir proyectos de este tipo. Necesitamos alumnos que quieran llevarlos a cabo. Necesitamos el soporte de estudiantes, profesores y personal de administración y servicios que dediquen una parte de su tiempo a ayudar a que este sistema se mantenga. Y, por otro lado, necesitamos el soporte institucional: la universidad y los centros deben *permitir e impulsar* estas iniciativas.

Permitir con una legislación donde los profesores interesados puedan incluir estas competencias en sus asignaturas o creen asignaturas dedicadas, ofreciendo un *Marco institucional o paraguas* donde aquéllos que quieren desarrollar estas ideas no sean castigados ni encuentren problemas que les lleven a renunciar. Ofreciendo reconocimiento al *voluntariado*, como permitiendo PFC con el tercer sector, reconociendo los créditos de estas asignaturas a profesores y estudiantes, o los méritos a los profesores, y contando esta actividad como parte de su encargo docente.

Impulsar ofreciendo *financiación* cuando sea necesario. Normalmente no se requiere, pero en algunos casos es imprescindible, como en PFC en países en vías de desarrollo, donde hay que viajar al país para dejar el proyecto en explotación. También hay que ofrecer la *logística* necesaria. Puede ser una sala de reuniones, un almacén donde dejar equipo para reciclar o, lo más importante, que sea la institución la que busque y gestione proyectos mientras que los *voluntarios* se dedican a desarrollarlos, sin preocuparse de nada más que de la interacción con los “clientes” y del desarrollo del proyecto. Finalmente, la institución debe dar *visibilidad* a estos esfuerzos. Si los alumnos o la sociedad no saben que se están realizando estos proyectos, no surgirán nuevos proyectos ni nuevos voluntarios.

D. El objetivo final

Aunque el objetivo pedagógico pueda ser la adquisición de la competencia SyCS a cierto nivel, no debemos confundir los medios con el fin. El objetivo final es lo que se consigue adquiriendo esta competencia: *cambiar la manera de pensar* de los miembros de la Universidad para que esto tenga *un impacto en la sociedad*. Estos dos puntos forman parte del diagrama causal.

Mejorar la formación en SyCS, a cualquier nivel, tiene un impacto positivo en los cambios en la manera de pensar. Pensar de otra manera, además de tener un efecto positivo en la sociedad, también incrementa la interacción y el compromiso con la sociedad, siendo el principio de un bucle de realimentación positiva, pues comenzamos con todo aquello que ha provocado los cambios en la manera de pensar. Este bucle puede empezar en los estudios y durará toda la vida. El antiguo alumno, ahora un profesional, realizará proyectos que tendrán en cuenta lo adquirido. En cada proyecto se podrán

incluir estos conceptos en diferente grado, pero si cada vez que repite el bucle se reflexiona sobre la experiencia, tratando de aclarar y mejorar los conceptos y luego llevar esos conceptos otra vez a la práctica, se habrá adquirido esta competencia.

III. LA INFRAESTRUCTURA EN NUESTRA UNIVERSIDAD

En la sección anterior se explica la infraestructura necesaria para la enseñanza a diversos niveles de la competencia de SyCS desde un punto de vista general. En esta sección explicaremos qué agentes están implicados en este proceso en nuestra facultad, y cómo se concreta su participación.

El primer pilar básico para llevar a cabo estas tareas es la implicación institucional, en nuestro caso tanto de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) como de la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB). La UPC ha creado diversas entidades que contribuyen a las tareas desarrolladas, como la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad, el Centro de Cooperación para el Desarrollo (CCD) y el Centro para la Sostenibilidad (CS), responsable del programa STEP2015. El CCD es un centro sin ánimo de lucro cuyas principales misiones son sensibilizar y formar a la comunidad universitaria en la problemática social, técnica y económica de los países en vías de desarrollo; cooperar y colaborar con ONGs, empresas, instituciones y países en programas de formación, relación e intercambio para potenciar el desarrollo; e informar y difundir las experiencias realizadas. La financiación del CCD proviene principalmente de aportaciones voluntarias del 0,7% de nóminas, convenios y matrículas, aportaciones de carácter finalista para la realización de proyectos. El CS tiene como objetivo integrar la sostenibilidad en la actividad de la UPC. Entre otras actividades, coordina el programa STEP 2015 (*Sustainability, Technology and Excellence Program*), enmarcado en el plan UPC Sostenible 2015, que pretende dar soporte a los centros y al profesorado para la inclusión de la competencia transversal obligatoria de SyCS en los nuevos estudios de Grado de la universidad. Además de todas estas entidades, una parte de los miembros de los órganos de gobierno de la universidad, varios vicerrectores y el Comisionado para el Desarrollo Sostenible apoyan activamente iniciativas de este tipo.

La FIB, por su parte, da soporte a asignaturas que incluyan estas competencias reconociendo el trabajo del personal de administración y servicios, de los profesores y de los alumnos. Pero su tarea no acaba ahí; junto con el CCD y la UPC, colabora en la visibilidad y comunicación de las tareas llevadas a cabo, incluyendo los resultados de estas actividades en su memoria anual.

La ayuda logística y la financiación que proporcionan la FIB, el CS y el CCD nos permiten llevar a cabo proyectos y experiencias como la presentada en este artículo sin que todo el trabajo de organización recaiga en los organizadores. Esta ayuda evita que la gente que lleva a cabo este tipo de iniciativas se quemé en su trabajo y así las experiencias, lejos

de morir, crecen a lo largo de los años, sumando esfuerzos de múltiples actores y convirtiéndose en un sistema sostenible.

Estos factores en su conjunto han permitido canalizar la vocación de voluntariado de los miembros de la universidad en la creación de la asociación TxT (Tecnología para Todos [8]), una ONG formada por PAS, estudiantes y profesores cuyo principal objetivo es hacer accesibles las TIC a instituciones sociales sin ánimo de lucro y a zonas geográficas deficitarias donde esta tecnología pueda ser útil. Además, se encarga de aumentar la sensibilización de las personas de la Facultad, sobre la problemática de la injusticia social en el área de las TIC y sobre la contaminación medioambiental que genera nuestra actividad.

Gracias a todos estos factores, es posible llevar a cabo diversas iniciativas concretas que permiten a los estudiantes adquirir el nivel de aplicación en SyCS: por un lado, la realización de PFCs que implican proyectos reales solidarios en el tercer mundo, y por otro las Jornadas Reutiliza, un taller de reciclaje de ordenadores en el que participan alumnos de dos asignaturas.

IV. APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS

Para conseguir desarrollar el nivel de aplicación (nivel 3) de la taxonomía de Bloom hay que aprovechar los recursos tenemos al alcance de forma que los alumnos puedan poner en práctica los conocimientos y habilidades adquiridas. En nuestro caso, para poner en práctica los conocimientos teóricos sobre SyCS adquiridos en la carrera disponemos de dos asignaturas: Arquitectura de un PC (APC) e Introducción al Linux y al Software de Libre Distribución (ILSLD). Existen otras asignaturas en las que se trabaja la competencia SyCS, pero no al nivel de aplicación.

APC es una asignatura de libre elección completamente adaptada al EEES (<http://docencia.ac.upc.edu/ALE/ArqPC>). Aunque se adquieren básicamente conocimientos técnicos relacionados con el diseño de componentes, ensamblaje y arquitectura de un computador, en esta asignatura se hace un gran hincapié en la adquisición de competencias transversales. Entre las competencias transversales que trabaja se encuentran las más complicadas de enseñar en una carrera técnica, las relacionadas con objetivos humanísticos.

La asignatura ILSLD (<http://docencia.ac.upc.edu/ALE/ILSLD>) se encarga de divulgar entre los estudiantes las ventajas e inconvenientes del software de libre distribución. Además, trata que conozcan sus implicaciones sociales y ambientales a través de su influencia en el hardware. En esta asignatura se les enseña a instalar y configurar adecuadamente sistemas operativos y aplicaciones de libre distribución adaptándolas a las necesidades puntuales de cada posible uso.

La asociación TxT organiza las Jornadas Reutiliza. En estas jornadas, en las que participan activamente alumnos de la FIB, se realizan conferencias sobre sostenibilidad, compromiso social, temas medioambientales, desarrollo humano sostenible, consumo responsable, etc. Estas jornadas incluyen, además, un

taller de reciclaje de ordenadores en el que participan de forma obligatoria (como una actividad más de clase) alumnos de APC e ILSLD. Los talleres se centran en la reparación y puesta a punto de equipos informáticos procedentes de renovaciones de material informático de los centros y departamentos de la UPC. Estos PC se consideran desfasados u obsoletos para el uso de aplicaciones actuales, pese a tener una antigüedad cercana a los tres años, pero son perfectamente válidos para usos menos exigentes. Estos equipos, una vez “preparados”, se destinan básicamente a dar soporte a iniciativas solidarias. Las Jornadas Reutiliza, que están abiertas a cualquiera que quiera participar, han tenido tal aceptación en la comunidad universitaria que durante el 2008 ya se ha celebrado su décima edición.

Todos los alumnos de APC e ILSLD participan en las Jornadas Reutiliza, desarrollando los conocimientos adquiridos al nivel de aplicación de la taxonomía de Bloom, y adquiriendo /afianzando/ incrementando sus compromisos solidarios.

Los alumnos de APC tienen que catalogar, revisar y reparar (si procede) los ordenadores que han sido desinventariados. Estos ordenadores pueden estar en cualquier estado. Los alumnos son los responsables de evaluar su estado, decidir si es adecuado repararlos para dejarlos en perfecto funcionamiento o si, por el contrario, es mejor extraer las piezas útiles y enviar las sobrantes a un puesto de reciclaje. Este tipo de tarea fomenta la reusabilidad, mostrando las ventajas que ello conlleva para el medioambiente, además de ganar experiencia en el montaje y reparación de equipos informáticos.

Los alumnos de ILSLD se encargan de instalar el sistema operativo (en el idioma apropiado) y todos los programas en los ordenadores recuperados, según las necesidades de los proyectos a los que van destinado (que conocen de antemano).

En todo momento los alumnos saben a qué organizaciones irán destinados los PCs y la función social que realizarán. En todo momento son conscientes de que van a ir a destinatarios sin (o con pocos) recursos, a veces en lugares remotos y sin capacidad de reparar los equipos en caso de que algo no funcione. Ello ayuda a que realicen el trabajo con mayor seriedad y responsabilidad.

Por otro lado, tanto en ILSLD como en APC hay que realizar un trabajo de curso y hacer una presentación pública del mismo. Todos los cuatrimestres hay varios trabajos relacionados con la función social del ingeniero, aspectos sociales, medioambientales, sostenibilidad, etc. Muchos de estos trabajos también se han presentado en las Jornadas Reutiliza. Estas presentaciones, que se realizan delante de un público interesado y sensibilizado en esos temas, y sus posteriores debates, les ayudan incrementar su compromiso social. Los estudiantes asisten, e intervienen activamente, a las presentaciones. Además, todos los trabajos están disponibles en las páginas web de las asignaturas.

Las Jornadas Reutiliza se organizan dos veces al año y duran tres días. El primer día, los alumnos de APC catalogan

todos los ordenadores, realizan una comprobación exhaustiva de su funcionamiento, separan los que no funcionan correctamente y registran en una base de datos la configuración de los que funcionan bien. El segundo día, los alumnos de ILSLD instalan en los equipos disponibles un Linux y el software (libre) requerido por las entidades beneficiarias de los equipos. El tercer día asisten los alumnos de ambas asignaturas. Las dos primeras horas son dedicadas por los alumnos de APC a reparar los ordenadores estropeados o despiezar los desahuciados, ya sea por irreparables o por obsoletos. En las siguientes horas se incorporan los estudiantes de ILSLD para acabar de instalar los ordenadores que quedaron pendientes el segundo día y los reparados ese mismo día. Al final del tercer día, algunas las entidades beneficiarias pasan a recoger sus equipos, permitiendo así que interaccionen directamente con los alumnos. Miembros de TxT dan soporte a todo el proceso. Durante los tres días, además, se realizan conferencias y talleres relacionados con SyCS, dirigidos a todo el Campus.

Las Jornadas Reutiliza permiten a los estudiantes entrar en contacto con una ONG (para muchos de ellos por primera vez) y colaborar en proyectos de solidaridad. Establecen contactos con miembros de proyectos de cooperación locales e internacionales en el ámbito de las TIC, y/o con fundaciones y entidades sin ánimo de lucro. Para algunos de ellos es el inicio de una colaboración a largo plazo, y para otros la oportunidad para desarrollar en el futuro su PFC en temas de cooperación.

Todo esto afianza el compromiso social de los alumnos e incide de forma positiva en su percepción de valores como el progreso y la justicia. Experimentan de primera mano cómo se puede ser más solidario, más respetuoso con el medio ambiente y más sostenible sin que a ellos les represente un esfuerzo económico.

V. RESULTADOS

En noviembre de 2008 se realizaron las X Jornadas Reutiliza. Desde su inicio, en 2003, se han revisado y actualizado más de 1200 PC que han sido utilizados en más de un centenar de proyectos. Sin esta iniciativa, todos estos equipos habrían acabado como residuos.

A grandes rasgos, la UPC tiene 30.000 alumnos, 2.500 docentes y 1.500 trabajadores de administración y servicios, con un parque de unos 5.000 PC. Con una vida útil de 5 años (en el mejor de los casos), la UPC ha de retirar 1.000 PC por año. Teniendo en cuenta esto, las jornadas son claramente insuficientes. Programas similares deberían aplicarse de forma sistemática en todos los Campus y Escuelas de la UPC.

Algunos de los equipos preparados en las Jornadas Reutiliza se han destinado a mejorar los servicios y programas de entidades e instituciones sin ánimo de lucro en nuestro entorno más cercano, a montar aulas informáticas destinadas a grupos desfavorecidos y a otras iniciativas de interés social. Otros equipos se han destinado a proyectos de cooperación para el desarrollo en 17 países (Angola, Argelia, Bolivia, Burkina

Faso, Colombia, Cuba, Ecuador, Guinea Ecuatorial, Gambia, Guatemala, Haití, Marruecos, Mozambique, Paraguay, Perú, Senegal y Togo). Una información más detallada puede encontrarse en <http://txt.upc.es> y en la memoria anual del CCD (<http://www.upc.edu/cdc>).

Una parte muy importante de las Jornadas Reutiliza es aprovechar parte del material informático que consideramos obsoleto, pero también es muy importante introducir, de forma activa, a nuestros estudiantes en actividades relacionadas con la Sostenibilidad y el Compromiso Social.

A parte de la información subjetiva y de los comentarios de los alumnos, disponemos de una encuesta que realizamos a los alumnos de APC. Es una encuesta muy amplia que trata alguno de los puntos que nos interesan.

Una de las preguntas de la encuesta pide realizar una valoración numérica (de 1 a 10) de la importancia que le daban a la función social del ingeniero (medio ambiente, derechos humanos, sostenibilidad, etc.) antes y después de cursar la asignatura. La nota media pasa de un 6,5 a un 8. Prácticamente todos los alumnos opinan que habría que incluir algunos de estos temas en más asignaturas de la carrera, aunque no se definen en qué tipo de asignatura debería ser (obligatoria, optativa o de libre elección). Finalmente, la mayoría de los alumnos considera que todos los cuatrimestres debería haber algún trabajo en la asignatura relacionado con estos temas, les gusta que se traten en las clases teóricas y consideran que la asignatura APC mejora mucho con ellos.

VI. CONCLUSIONES

Trabajar la competencia de Sostenibilidad y Compromiso Social (SyCS) requiere pensar de una manera más sistémica: verlo con nuestra propia mirada (modelo mental), y construir con la práctica un marco conceptual que sea justo ambiental y socialmente.

No hay un modelo único de SyCS, por eso es recomendable familiarizarse con diferentes enfoques, tratar de aplicarlos en el contexto de la universidad, participar en una reflexión sobre las acciones realizadas para generar nuevo aprendizaje a base de experiencias y, gradualmente, sacar conclusiones propias (marcos conceptuales). Por medio de este proceso, el alumno desarrolla su propio marco conceptual consistente y evolutivo, que le ayudará en un proceso continuo de aprendizaje relacionado con SyCS.

La competencia en SyCS se puede alcanzar a diversos niveles, según la taxonomía de Bloom. En este trabajo hemos presentado las condiciones para alcanzar el nivel 3 (aplicación), para lo que se necesita que las instituciones se impliquen ofreciendo un marco institucional apropiado, haciendo visibles y comunicando los proyectos realizados, fomentando el voluntariado y reconociendo su labor, y ofreciendo recursos humanos para las tareas de logística y financiación para las prácticas y proyectos de cooperación. Pretendemos con ello que los profesores interesados puedan identificar qué elementos tienen en su universidad y cuales les

faltan, para poder promover la creación de estos últimos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a todas las instituciones de la UPC implicadas en la sostenibilidad y especialmente a los voluntarios que participan en estas actividades. Sin ellos, nada de todo esto es posible.

Los autores agradecen al Comité de Programa de las JENUI y a los responsables de TICAI haber elegido este trabajo para su publicación en este libro.

REFERENCIAS

- [1] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Libro blanco del título de grado en Informática. http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_jun05_informatica.pdf
- [2] Bloom, B.S., J.T. Hastings y G.F. Manaus. Taxonomía de los objetivos de la educación, Tomo I (conocimientos) y Tomo II (dominio afectivo). Ed. Marfil, Alcoy 1973.
- [3] Brundtland, G.H. (1992). Nuestro Futuro Común. Madrid: Alianza Editorial.
- [4] Cendra, J., W. Stahel, A. (2006). Hacia una construcción social del desarrollo sostenible basada en la definición de sus dimensiones y principios, articulados a partir de la ecuación IPAT. Revista Internacional Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo, Núm 1,
- [5] Complete Set Dublin Descriptors 2004. <http://www.jointquality.org/>. Última consulta, abril de 2008.
- [6] GUNI (2008). Global University Network for Innovation Report. Higher Education in the World. Vol III. "New Challenges and Emerging Roles for Human and Social Development". Houndmills: Palgrave Macmillan.
- [7] <http://www.fic.udc.es/CODDI/documentacion/acuerdosCODDI sobre Titulaciones092007.pdf>. Última consulta abril 2008
- [8] <http://txt.upc.es>. Última consulta abril 2008
- [9] Real Decreto 1393/2007, de 29 de Octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE 30 de Octubre de 2007, pág 44037-44048
- [10] Sánchez, Sancho, Botella, García, Aluja, Navarro, Balcázar. Competencias Profesionales del Grado en Ingeniería Informática, JENUI08, pp. 123-131.



David Franquesa Griso es estudiante del programa de doctorado en Tecnología, Humanismo y Sostenibilidad de la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad de la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC, Barcelona, España). Ingeniero en Informática desde 2006 por la misma universidad. Su principal línea de investigación es la aplicación del *Business Intelligence* y las tecnologías *Data Warehouse* para el progreso de la Sostenibilidad y la Responsabilidad Social Corporativa.

Trabaja a tiempo parcial como consultor e investigador en INFORMATION WORKS GmbH, donde ha realizado proyectos en varias empresas internacionales, y actualmente realiza proyectos de I+D en *Transports Metropolitans de Barcelona*, *Red Eléctrica de España*, *Criteria CaixaCorp*, *El Consorci Hospitalari de VIC*, entre otras empresas. Tiene una docena de artículos publicados con sus temas de investigación en congresos y revistas internacionales. Participo en el programa Europeo EASY-ECO de evaluaciones en sostenibilidad (2009, Viena) y actualmente participa en un Intensive Programme Erasmus dando soporte a los estudiantes de master. Colaborador en varias asignaturas de la UPC y codirector de 7 proyectos finales de carrera en informática.

David Franquesa es uno de los fundadores y actual responsable la asociación *Tecnología per a Tothom* (Barcelona, 2003), participó en una docena de proyectos internacionales de cooperación al desarrollo humano en el ámbito de las Tecnologías de la Información en los países de Bolivia, Marruecos, Perú y Guatemala, y fue el anterior responsable del Programa de Reutilización de Material informático de la UPC (2004-2008).



Josep-Llorenç Cruz Díaz (Barcelona, España, 1970) obtuvo el grado de Ingeniero en Informática en la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB) de la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC) en 1996. En 2001 se incorporó al Departament d'Arquitectura de Computadors como profesor asociado y en el año 2006 obtuvo una posición de profesor colaborador permanente.

Su actividad docente e investigadora se centra en temas de arquitectura de computadores y en la jerarquía de memorias para microprocesadores, en particular: en el banco de registros, así como en la innovación docente y en la ética en la educación en Informática. Es miembro del grupo de investigación ARCO (Architectures and Compilers) de la UPC. Ha participado en varios proyectos de investigación españoles y europeos financiados. Es autor de diferentes artículos en congresos y revistas internacionales de reconocido prestigio. Es revisor de numerosas conferencias y revistas nacionales e internacionales. Recientemente ha colaborado con el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UPC impartiendo talleres para la formación del profesorado de secundaria en temas de informática.



Dr. Carlos Álvarez (Barcelona, 1974) es Ingeniero Superior en Telecomunicación desde 1998 y Doctor en Arquitectura de Computadores desde 2007, ambos títulos obtenidos en la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC, Barcelona, España). Sus campos de estudio son la arquitectura de computadores, el software libre y la innovación docente.

Desde 1998 trabaja como profesor en el *Departament d'Arquitectura de Computadors* de la UPC (Barcelona, España). También es tutor de la *Universitat Oberta de Catalunya* (UOC) desde 1999. Tiene varias decenas de publicaciones relacionadas con sus temas de investigación, es revisor de numerosas conferencias y revistas nacionales e internacionales y autor y coautor de varios libros. Actualmente trabaja en el desarrollo de nuevas arquitecturas reconfigurables para aplicaciones biomédicas, en nuevas aplicaciones educativas basadas en software libre y en el desarrollo e implantación de nuevas estrategias docentes para la enseñanza de competencias transversales en las titulaciones universitarias españolas adaptadas al EEES.



Dr. Fermín Sánchez Carracedo (Barcelona, 1962) es Técnico Especialista en Electrónica Industrial por la E.A. SEAT (Barcelona, España, 1981), Licenciado en Informática desde 1987 y Doctor en Informática desde 1996, los dos últimos títulos obtenidos en la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC, Barcelona, España). Su campo de estudio es la arquitectura de computadores y la innovación docente.

Desde 1987 trabaja como profesor en el *Departament d'Arquitectura de Computadors* de la UPC (Barcelona, España), donde es profesor Titular de Universidad desde 1997. También es consultor de la *Universitat Oberta de Catalunya* (UOC) desde 1997. Participó en la elaboración del actual plan de estudios de la Facultat d'Informàtica de Barcelona como responsable docente del *Departament d'Arquitectura de Computadors (2001-2005)*, y desde Mayo de 2007 es vicedecano de innovación de la FIB. Tiene varias decenas de publicaciones relacionadas con sus temas de investigación, es revisor de numerosas conferencias y revistas nacionales e internacionales y autor y coautor de varios libros, algunos de los cuales han sido galardonados con premios internacionales. Actualmente trabaja en el desarrollo de nuevas arquitecturas multihebra para procesadores VLIW y en el desarrollo e implantación de nuevas estrategias docentes para adaptar las titulaciones universitarias españolas al EEES.

El Dr. Sánchez es miembro de AENUI, ha sido miembro del comité de organización y programa de diversas conferencias y otros eventos nacionales e internacionales, es coordinador en el BSC-CNS (*Barcelona Supercomputing Center* – Centro Nacional de Supercomputación) del programa de movilidad europea *Transnational Access* del HPC-Europa desde Marzo de 2004, es director del MAC (Museo de Arquitectura de

Computadores) desde Febrero de 2006 y miembro de la junta directiva del *Cercle Fiber* desde Noviembre de 2002.



Dr. Agustín Fernández (Barcelona, 1962) es Licenciado y Doctor en Informática (*Universitat Politècnica de Catalunya –UPC–*, 1988 y 1992 respectivamente). Su especialidad incluye la arquitectura y estructura de computadores y la educación en ingeniería.

Desde 1988 trabaja como profesor en el *Departament d'Arquitectura de Computadors* de la UPC (Barcelona, España), donde es profesor Titular de Universidad desde 2003. Es consultor de la *Universitat Oberta de Catalunya* (UOC) desde el año 2000. Ha ocupado el cargo de Secretario de Departamento de 1995 a 1998 y de 2001 a 2005. Sus temas de investigación están relacionados con la arquitectura de computadores, compiladores para arquitecturas de altas prestaciones y procesadores gráficos (GPUs).



Dr. David López (Barcelona, 1967) es Licenciado y Doctor en Informática (*Universitat Politècnica de Catalunya –UPC–*, 1991 y 1998 respectivamente). Más allá de la formación técnica, posee un Postgrado en Arte y Sociedades del Asia Oriental (*Universitat Oberta de Catalunya*, 2008). Su especialidad incluye la arquitectura y estructura de computadores, la educación en ingeniería, y la relación de la tecnología con la sostenibilidad, la ética y los derechos humanos.

Desde 1991 trabaja como profesor en el *Departament d'Arquitectura de Computadors* de la UPC (Barcelona, España), donde es profesor Titular de Universidad desde 2001. Ha sido consultor de la *Universitat Oberta de Catalunya*. Ha ocupado el cargo de Secretario de Departamento entre 2005 y 2008. Su tesis estuvo relacionada con temas de arquitectura de computadores y compilación, y desde el 2006 ha hecho de la educación en ingeniería y su relación con ética y la sostenibilidad su tema principal de investigación, con una veintena de artículos científicos y divulgativos publicados en los últimos 4 años. Ha dirigido diversos proyectos de cooperación y es uno de los responsables de la implantación en los planes de estudios de informática en la UPC de las competencias relativas a “Sostenibilidad y Compromiso Social” y “Comunicación eficaz oral y escrita”.

El Dr. López es miembro de AENUI, y uno de los editores de la revista de educación *ReVisión*. Es también uno de los miembros fundadores de la organización TxT (de la que se habla en el artículo)