Sistema de indicadores de gestión ambiental en una escuela de ingeniería industrial

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT INDICATORS IN AN INDUSTRIAL ENGINEERING SCHOOL



DOI: http://dx.doi.org/10.6036/5850 | Recibido: 22/05/2013 • Aceptado: 11/12/2013

Ramón Navarro-Antúnez, Carla Vintró-Sánchez, Jordi Fortuny-Santos

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA. Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa. Dpto. de Organización de Empresas. Avda. Bases de Manresa, 61-73 – 08242 Manresa. Tfno: +34 938 777281. navarro@epsem.upc.edu

ABSTRACT

The purpose of this paper is to discuss the experience of a school of industrial engineering that adopted an environmental management system that includes performance indicators that encompass metrics of the environmental implications of the research and education that the school offers, and measures of how this education is assimilated by the students, and taken into account both in their present and future life.

The paper emphasizes that environmental management systems are often centered on the continual reduction of the negative effects on the environment that an organization may cause, but, although it is not usual (and hence this is the originality of this paper), organizations can also take account of their positive impacts. Universities might do so because they create and transmit knowledge and, moreover, they shape attitudes.

The relevance of the paper lies on the performance metrics. These findings are useful for implementing an environmental management system in any knowledge organization.

Keywords: environmental management system, indicators, ISO 14001, knowledge organization, university.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar la experiencia de una escuela de ingeniería industrial en el diseño de un cuadro de indicadores para un sistema de gestión medioambiental. Dicho cuadro incluye indicadores innovadores sobre las implicaciones ambientales de la investigación y de la educación que la escuela ofrece y medidas de cómo los alumnos asimilan esta educación y cómo ésta influye en su situación actual y en su futuro profesional a favor del medio ambiente.

El trabajo subraya que los sistemas de gestión medioambiental se suelen centrar en la reducción de impactos ambientales negativos, pero que en el caso de las organizaciones del conocimiento también se pueden considerar los impactos ambientales positivos, aspecto en el que se basa el contenido de este artículo.

El sistema de indicadores que se describe puede ser de utilidad en la implantación de un sistema de gestión medioambiental en otras organizaciones del conocimiento, más allá del ámbito estricto de la educación superior.

Palabras clave: sistema de gestión ambiental, indicadores, ISO 14001, organizaciones del conocimiento, universidad.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la Revolución Industrial, y especialmente en la segunda mitad del S. XX, el impacto de la humanidad sobre la tierra ha aumentado drásticamente. El crecimiento de la población, la búsqueda de recursos naturales, la industrialización y la construcción de infraestructuras ha modificado y dañado el entorno. Los problemas ambientales son tan serios que han despertado nuestro interés por el medioambiente y nos han hecho tomar conciencia de temas como contaminación y reciclaje. Esta mayor conciencia ambiental afecta a la actividad de las empresas [1,2] y, a la vez, acarrea una legislación más exigente.

En el marco de la calidad total (TQM), las empresas tienen por meta satisfacer las expectativas de sus clientes [3,4] (suponiendo que la satisfacción del cliente conlleva mejores resultados para la empresa [5]) y actualmente, estas expectativas incluyen sin duda aspectos medioambientales, puesto que la sociedad actual cada vez es más consciente de problemas como la escasez de agua, el calentamiento global y el cambio climático.

Una evidencia de esta concienciación está en su presencia en los medios de comunicación y en las instituciones educativas, donde los temas medioambientales aparecen en los planes de estudios, desde la enseñanza primaria hasta la universidad.

En consecuencia, las presiones legales y sociales sobre las empresas son cada vez mayores, por lo que las empresas deben decidir hasta qué punto están comprometidas con el medioambiente, siendo la contribución mínima de la empresa a la sostenibilidad la gestión de su impacto medioambiental y el cumplimiento de la legislación vigente [6,7].

Muchas empresas encuentran que un sistema de gestión ambiental (de aquí en adelante SGA) ayuda en la consecución de estos objetivos, puesto que permite identificar y gestionar los aspectos medioambientales y fijarse objetivos ambientales.

Por definición, un sistema de gestión ambiental es [8] "la parte del sistema de gestión de la empresa que incluye una organización, actividades de planificación, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, mantener y revisar la política medioambiental de la empresa". Los SGA deben asegurar que la política medioambiental sea apropiada al tipo de empresa e incluya el compromiso con la mejora continua, la prevención de la polución y el cumplimiento de la ley. Además, un SGA permite que las empresas sean más eficientes puesto que les permite renovar sus procesos por otros de menores emisiones y reducir actividades que no aportan ningún valor como el manejo y el almacenaje de residuos [9]. Finalmente, disponer de un SGA mejora la imagen ante los grupos de interés [10] pues indica que la empresa hace esfuerzos para minimizar su impacto ambiental y atrae a clientes también comprometidos con la conservación del entorno [11]. Las organizaciones europeas pueden escoger entre dos vías para definir su sistema de gestión medioambiental, la norma ISO 14001 y el reglamento del Parlamento europeo *Eco-Management and Audit Scheme* (EMAS).

Si el párrafo anterior es válido para cualquier tipo de organización, lo es también para la universidad. Además, la universidad y otras organizaciones del conocimiento relacionadas con formación e investigación poseen la característica diferencial sobre otro tipo de entidades que su actividad puede tener impactos positivos sobre el medio ambiente, entendiendo por impactos positivos las consecuencias que la formación universitaria puede tener sobre el estado de sensibilización, mentalización y responsabilidad hacia el medioambiente de los futuros profesionales, así como la posible generación de conocimientos orientados a la disminución de los impactos ambientales actuales. Por dicho motivo, en este trabajo se presenta la experiencia de un centro universitario que lleva a desarrollar un sistema de indicadores de gestión ambiental cuya particularidad principal es la de incluir indicadores sobre aspectos positivos. La inclusión de dichos indicadores debe permitir seguir y potenciar las acciones que lleven a realzar dichos aspectos positivos.

2. UNIVERSIDADES Y ASPECTOS AMBIENTALES

"Aspectos ambientales" [12] son elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente, especialmente si tienen un impacto ambiental significativo (emisiones atmosféricas, reciclaje, uso y contaminación de la tierra, uso de recursos naturales y materias primas, efectos sobre la biodiversidad, riesgo de accidentes medioambientales, etc.). Aunque el reglamento EMAS [13] define el impacto ambiental como cualquier cambio en el entorno, tanto adverso como benéfico, lo habitual es referirse a los aspectos negativos. Por este motivo, las empresas consideran sus impactos negativos y preparan sus programas para reducirlos, pero un SGA puede también considerar los aspectos positivos. Por ejemplo ISO 14031 [9] incluye guías para evaluar los impactos positivos.

Creighton [14] expone los efectos pedagógicos de la *ambientalización* (palabra habitualmente empleada en España como traducción del inglés "*greening*") de un centro universitario en términos de reciclaje y de reducción del consumo de energía y residuos, porque las universidades enseñan y demuestran los métodos y consecuencias de la gestión ambiental a sus alumnos, a la vez que promueven la concienciación ambiental. La Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo en 2002 reconocía formalmente a la educación como un mecanismo clave para promover la protección y la conservación medioambiental y subrayaba que la educación debía ayudar a la sociedad a alcanzar mayores niveles de sostenibilidad [15].

En la literatura pueden encontrarse estudios de diferentes autores que han analizado el desarrollo sostenible de las universidades [16, 17,18]. Estos trabajos indican que las universidades tienen la obligación moral de trabajar en pro del desarrollo sostenible de las sociedades de modo que sean respetuosas con el entorno. Así es que, la universidad tiene un papel importante en el comportamiento ambiental de las empresas y de sus dirigentes [19,20], por lo que debe contribuir al aumento del compromiso de sus alumnos con el medioambiente y la sostenibilidad [21,22].

Universidades de todo el mundo han emprendido todo tipo de prácticas como reciclaje o ahorro de agua [23] e incluso la implantación de sistemas de gestión ambiental [24]. Por ejemplo, en España, la facultad de Farmacia de la Universidad de Granada fue el primer centro universitario que alcanzó la certificación ISO 14001 para todos sus procesos (otras universidades ya tenían certificaciones parciales). En enero de 2008, todas las dependencias y todas las actividades (docencia, investigación y servicios) de la Universidad de Granada quedaban completamente certificadas según ISO 14001:2004. Pero en todos los casos que se ha podido analizar, los SGA de las universidades se centran en la reducción de impactos negativos de sus operaciones, al igual que en las empresas, y no se ha podido encontrar ningún caso donde se cuantifiquen los impactos positivos, ya postulados por Keniry [25], lo cual es sorprendente pues los impactos positivos son tan importantes que no deben ser ignorados por el SGA, sino medidos y evaluados.

Ejemplos de impactos positivos en el caso de las Universidades de Ingeniería son: desarrollo de tecnologías limpias por medio de la investigación; sensibilización de los futuros titulados quienes trabajarán en áreas con fuerte problemática ambiental por lo que jugarán un papel importante en la reducción del impacto ambiental [26] que estará condicionado por su compromiso con el entorno y por la sensibilización medioambiental recibida en una etapa escolar.

Tal y como establece Van Berkel [27], los programas educativos deberían infundir conciencia medioambiental para

reconocer potenciales impactos negativos sobre el entorno y contribuir a su minimización y gestión. Por ejemplo, la Universidad Tecnológica de Delft ha introducido la sostenibilidad en los contenidos curriculares de los futuros ingenieros a través de diferentes acciones como una asignatura introductoria denominada 'Tecnología en el desarrollo sostenible', o una especialización en sostenibilidad [17]. Otro ejemplo es la Universidad Autónoma Metropolitana de Méjico, que ha estado trabajando en la implantación de un 'Plan Ambiental Institucional' [28].

3. APLICACIÓN DE UN SGA EN UNA ESCUELA DE INGENIERÍA

La Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) aprobó su primer plan de *ambientalización* en 1996. Entre otros, incluía la introducción de temas ambientales en todas las asignaturas y la promoción de la investigación en temas medioambientales [29]. En 2004, la Universidad analizó la conveniencia de implantar un SGA [30] y decidió que dos centros fuesen los primeros en implantar su propio SGA, según el reglamento EMAS, siendo uno de ellos la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa (EPSEM), un centro con 85 años de antigüedad que ofrece hoy 8 títulos diferentes. Actualmente cuenta con más de 900 alumnos y alrededor de 100 profesores. La Escuela siempre ha mostrado gran interés por la temática ambiental y, como muestra de ello, en 2002 estudió su huella ecológica como medida de su impacto ambiental [31].

La implantación del SGA empezó en 2007 cuando la Escuela definió su política ambiental. Se realizó una evaluación de la situación inicial, se identificaron los procesos, los aspectos ambientales y los impactos de cada proceso (Tabla 1) y se comprobó el cumplimiento de los aspectos legales.

El SGA se documentó en 2008 y en él se incluyeron 16 procedimientos. Para cada procedimiento se crearon distintas instrucciones, abarcando también temas de investigación y de docencia. A lo largo de 2008 se realizaron sesiones de formación y simulacros de emergencia. Se fijaron objetivos y un programa que muestra cómo alcanzar los objetivos. En 2009, se realizaron las correspondientes auditorías internas del sistema y las consiguientes acciones correctivas, quedando el sistema listo para su eventual certificación.

El propio sistema EMAS alienta a las organizaciones a utilizar indicadores de comportamiento medioambiental, con la finalidad de convertir los datos recogidos en información comprensible para su posterior análisis. Estos indicadores son indicadores de desempeño que permiten medir el desarrollo de los objetivos de un programa, proyecto o institución, mediante su comparación en el tiempo con los correspondientes referentes internos o externos (AECA, 1997). Por su parte, la norma UNE 66175:2003 (Sistemas de Gestión de Calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores) define a los indicadores como "Datos o conjunto de datos que ayudan a medir

PROCESO	IMPACTOS NEGATIVOS	IMPACTOS POSITIVOS
Diseño y revisión de plan de estudios	-	Inclusión de temas ambientales
Innovación docente	-	Métodos para la concienciación ambiental
Promoción, matrícula y bienvenida al alumnado	Consumo de recursos	-
Docencia oficial	Transporte, consumo de recursos, residuos	Información y concienciación en temas ambientales
Evaluación de la calidad en la educación	-	Aumento del compromiso ambiental
Formación complementaria	Transporte, consumo de recursos, residuos	Aumento del compromiso ambiental
Formación en empresas	Transporte, consumo de recursos, residuos	Aumento del compromiso ambiental
Movilidad internacional	Transporte	Intercambio de experiencias
Evaluación del alumnado	-	Evaluación de la competencia en sostenibilidad
Investigación	Transporte, consumo de recursos, residuos	Conocimiento para un entorno mejor
Actividades externas	Transporte, consumo de recursos, residuos	-
Gestión de recursos	Consumo de recursos	-
Compras	Consumo de recursos	-
Mantenimiento de instalaciones	Transporte, consumo de recursos, residuos	-
Gestión de recursos humanos	Comportamientos agresivos hacia el medio ambiente	Comportamientos favorables hacia el medio ambiente
Planificación y control del SGA	-	Reducción de impactos negativos y aumento de los positivos.
Gestión de documentación e información	Consumo de recursos	-
Evaluación, análisis y mejora del SGA	-	Reducción de impactos negativos y aumento de los positivos.

Tabla 1: Identificación de impactos ambientales positivos y negativos de cada proceso

objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad". Según AECA (1997), estos indicadores deben ser lo suficientemente precisos y exhaustivos a fin de que permitan efectuar un seguimiento de los aspectos más importantes del programa, servicios u organización analizados.

De hecho, los indicadores de comportamiento medioambiental ayudan a las organizaciones a gestionar los efectos medioambientales derivados de sus actividades y a cumplir mejor los requisitos de notificación obligatoria según dispone la Directiva 96/61/CE relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación. Diferentes publicaciones han analizado el uso de indicadores de comportamiento medioambiental, por ejemplo puede citarse el trabajo de *World Business Council for Sustainable Development* titulado "*Measuring eco-efficiency a guide to reporting company preformance*" publicado en el año 2000, el trabajo de la *British Association of Certified and Chartered Accountants* titulado "*An introduction to environmental reporting*" publicado en 2001, o el trabajo de la *Association for Environmental Management in Banks, Saving Banks and Insurance Companies* titulado "*Time to act -Environmental Management in Financial Institutions -A survey of recent developments including principles and guidelines for in-house eco-balances of financial service providers*" publicado en 1997.

En la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa se implantaron 13 indicadores de funcionamiento que pertenecen a tres categorías. Las categorías A y B son comunes a todos los SGA (aunque cada organización debe decidir qué medir y cómo medirlo), y la categoría C es propia de la Escuela.

Cada una de las categorías mencionadas responde a un objetivo concreto de mejora continua. Los indicadores de la categoría A tienen como objetivo la medición del progreso del estado de implantación y cumplimiento del SGA. Los de la categoría B, por su parte, pretenden el seguimiento de la evolución de los impactos ambientales tradicionales, que en este artículo se identifican como impactos negativos, como son los consumos de recursos, la generación de residuos, las emisiones, vertidos, etc. Por el contrario, los indicadores de la categoría C han de permitir el conocimiento de la evolución de los que aquí se denominan impactos positivos, o sea, el resultado de las actividades que una organización del conocimiento puede efectuar a favor del medio ambiente.

Mientras que existe una larga y conocida trayectoria de medición y uso para la mejora continua de los indicadores de las categorías A y B en todo tipo de organizaciones, no se conocen experiencias consolidadas para los objetivos de la categoría C. Por lo tanto, es en este campo específico donde se requiere una experimentación, que se describe en el presente artículo.

En el momento de la implantación del SGA en la EPSEM, se diseña un panel con los siguientes indicadores.

3.1. INDICADORES DEL COMPORTAMIENTO AMBIENTAL

Tres indicadores de comportamiento ambiental constituyen el grupo A.

A1: "Grado de extensión del sistema". Mide en conjunto el grado de cumplimiento con los requisitos legales, el porcentaje de objetivos cubierto, el porcentaje de personas implicadas en el sistema, el porcentaje de proveedores implicados, los resultados de las auditorías internas, la proporción de acciones correctivas que se han resuelto y la proporción de proveedores que han implantado un SGA.

A2: "Eficacia del sistema". Mide la cantidad de actividades preventivas que se adoptan, el número de instrucciones que son operativas, el número de horas de formación ambiental del personal, el número de sugerencias que se reciben y el número de actividades o proyectos que se generan. Mide si los objetivos del SGA se alcanzan de modo eficiente a lo largo del año.

A3: "Grado de aplicación del sistema". Mide el resultado de la auditoría interna anual, aplicando la metodología descrita en el correspondiente procedimiento, y se expresa por medio del número de No Conformidades detectadas.

3.2. INDICADORES DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA ESCUELA

El segundo grupo (B) está formado por cinco indicadores de la situación ambiental de la escuela.

B1: "Consumo de recursos". Expresa el consumo medio por persona de cada uno de los recursos implicados en los procesos de funcionamiento del centro universitario. Para ello hay que relacionar los consumos totales de cada uno los recursos con el número de personas equivalentes a una jornada a tiempo completo de ocho horas de presencia y cinco días por semana en el centro (profesores, estudiantes o personal administrativo). Por ejemplo, un profesor a tiempo parcial que permanece cuatro horas en el centro universitario cada día, se contabiliza como 0,5 personas equivalentes.

Aunque es necesario medir el consumo por persona equivalente de cada tipo de recurso (papel, recambios de impresora, agua, electricidad, gas, etc.) es aún más útil considerar como este consumo va evolucionando a lo largo del tiempo, para verificar los resultados de las medidas de contención adoptadas. El programa anual de gestión ambiental establece una tasa esperada de mejora (p) que el sistema debería proporcionar.

Para facilitar su visualización a todas las personas de la organización, este indicador se presenta en forma de señal visual, como un semáforo (Figura 1). Dado que el consumo de cada uno de los recursos se mide en distintas unidades (kilogramos por persona, kilovatios-hora por persona, etc.), el indicador de síntesis se calcula a partir del valor que le corresponde según el color del indicador visual.

Color	Valor	Significado
Rojo	0	El consumo se ha incrementado más del p %
Ambar	1	El consumo se ha incrementado entre 1% y p %
Amarillo	2	El consumo es constante (menos de un 1 % de variación)
Verde claro	3	El consumo se reduce entre 1 % y *p* %
Verde	4	El consumo se reduce más del *p* %

Fig. 1: Indicador visual sobre el consumo de recursos

B2: "Medio de transporte de las personas para desplazarse hasta el centro universitario". Tiene en consideración el número de días por semana (desde 0 hasta 5) en que cada persona se dirige al campus conduciendo un vehículo particular motorizado. En este caso cada individuo se contabiliza como una persona, independientemente de las horas que permanece en el centro. La ecuación 1 muestra cómo se calcula el indicador, siendo *n* el número de cuestionarios válidos obtenidos.

$$B_2 = 5 - \frac{\sum_{i=1}^{n} días_i}{n} \quad (1)$$

Adicionalmente, cada año se realiza una encuesta más detallada en la que se determinan los porcentajes de los distintos medios de transportes utilizados por profesores, estudiantes y personal administrativo para desplazarse hasta el campus (automóvil particular, motocicleta, transporte público, bicicleta o a pie).

B3: "Generación de residuos". Mide la cantidad de residuos (papel, plásticos, vidrio, materias orgánicas, latas, material electrónico, baterías, residuos de laboratorio, desperdicios) que una persona equivalente genera en un año. Como en el indicador B1, se utiliza un indicador visual tipo semáforo. El valor del indicador de síntesis se calcula a partir de los valores del indicador visual de cada tipo de residuo (Figura 2).

Color	Valor	Significado
Rojo	0	El residuo se ha incrementado más del p %
Ambar	1	El residuo se ha incrementado entre 1% y p %
Amarillo	2	El residuo es constante (menos de un 1 % de variación)
Verde claro	3	El residuo se reduce entre 1 % y *p* %
Verde	4	El residuo se reduce más del *p* %

Fig. 2: Indicador visual de generación de residuos

B4: "Emisiones". Mide la cantidad de productos contaminantes del aire que se emiten al año a la atmósfera. En el centro universitario estudiado, la única fuente de emisión considerada significativa es el sistema de calefacción que utiliza calderas de gas, cuya combustión puede generar productos contaminantes en función de si su funcionamiento es regular o incorrecto. Los valores de contaminantes como el monóxido o dióxido de carbono (CO_x), los óxidos de azufre (SO_x) y los óxidos de nitrógeno (NO_x) se miden mensualmente, como parte de la gestión normal del mantenimiento de las calderas. El valor del indicador es el resultado de la propia medición.

B5: "Nivel de ruido generado por los talleres y laboratorios de la universidad". Por medio de lecturas periódicas con sonómetro en los puntos predeterminados como más críticos en este sentido.

Puesto que los indicadores del grupo B se basan en datos técnicos, relativamente simples de medir, no resulta particularmente complejo el organizar la obtención y cálculos de los mismos y, conceptualmente, no resultan muy diferentes de los que se podrían encontrar en un sistema de gestión ambiental de cualquier otra organización.

3.3. INDICADORES SOBRE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN

El tercer grupo de indicadores es el relacionado con la educación y la investigación, actividades propias de una universidad, que denominamos grupo C [32]. Está formado por cuatro indicadores junto con sus correspondientes subindicadores.

C1: "Indicador de formación reglada". Se refiere a los contenidos de la formación impartida que se orientan a la sensibilización y responsabilidad de los estudiantes. Está constituido por tres subindicadores:

- C1.1: "Implicación de los créditos impartidos en la sostenibilidad". Expresa el porcentaje de las asignaturas impartidas en la universidad en cuya guía docente consta específicamente que la asignatura contribuye a desarrollar la competencia genérica "Sostenibilidad y Compromiso Social".
- C1.2: "Implicación del profesorado en la incorporación de la sostenibilidad en la docencia". Se construye a partir de una encuesta anual entre el profesorado sobre el grado en que los conceptos de sostenibilidad están presentes en su actividad docente. La encuesta consta de ocho preguntas con respuestas cerradas. Se puntúa cada pregunta hasta un total máximo de 100 puntos por encuesta.
- C1.3: "Implicación del profesorado en la sostenibilidad". Se mide como el porcentaje de participación del profesorado en la encuesta correspondiente al indicador C12.

C2: "Interiorización de la sostenibilidad por parte de los estudiantes". Una cosa es el esfuerzo de transmisión de conceptos sobre sostenibilidad hacia el estudiantado por parte de los profesores, y otra muy distinta es el nivel en que esta formación ha sido interiorizada por los estudiantes al acabar sus estudios. Este indicador pretende medir este resultado. Consiste en pedir a los estudiantes recién incorporados a la universidad que dibujen un mapa conceptual [33] sobre el "Ingeniero Industrial". Un indicador visual tipo semáforo (C2 inicial) (Figura 3) mide la importancia que palabras como "sostenibilidad" o "medio ambiente" muestran en el mapa conceptual. El valor del indicador es el promedio de los diferentes mapas elaborados por los estudiantes. Del mismo modo, cuando los estudiantes realizan su trabajo o proyecto de final de carera, se les pide que dibujen nuevamente el mapa conceptual sobre el "Ingeniero Industrial", obteniéndose de esta forma el indicador (C2 final) (Figura 3). Se propone usar este instrumento para medir las diferencias entre el ingreso y el egreso de los estudiantes a través de la diferencia entre C2 final y C2 inicial (Ecuación 2). Esta técnica ha sido usada, en ámbitos diferentes, por otras universidades [34].

$$C2 = C2\ final - C2\ inicial \quad (2)$$

Color	Valor	Significado
🔴	0	No aparecen palabras como "sostenibilidad", "desarrollo sostenible" o "medio ambiente"
🟠	1	Aparece alguna palabra como "sostenibilidad" "desarrollo sostenible" o "medio ambiente"
🟡🟢🟢	2, 3 o 4	Además de la palabra "sostenibilidad" otras palabras como "medio ambiente", "económico", "social" o "humano" están presentes

Fig. 3:Indicador visual de la importancia de la sostenibilidad en los mapas conceptuales

C3: "Actividad profesional de los estudiantes, después de su paso por la universidad". Cuando los graduados vuelven a la universidad a recoger su título oficial se les pide que describan la relación entre su actividad profesional y el medio ambiente, y su nivel de implicación personal en la preservación del mismo, por medio de un modelo de múltiples respuestas. Cada una de las posibles respuestas tiene una puntuación (Figura 4). El valor del indicador es el promedio de las puntuaciones de las respuestas obtenidas cada año.

☐ Mi actividad profesional no tiene ninguna relación con el medioambiente *1 punto*	☐ Mi actividad profesional tiene poca relación con el medioambiente *2 puntos*	☐ Mi actividad profesional tiene relación con el medioambiente pero mis decisiones no tienen impacto ambiental *3 puntos*
☐ En mi actividad profesional tengo libertad para tomar decisiones que afectan o pueden afectar al medioambiente *5 puntos*	☐ Mis decisiones profesionales tienen en consideración prioritaria la protección y mejora del medioambiente *7 puntos*	
☐ La empresa donde trabajo apoya y comparte mi interés en la protección y mejora del medioambiente *9 puntos*	☐ La misión de la empresa donde trabajo es la protección y mejora del medioambiente *10 puntos*	

Fig. 4: Modelo de encuesta sobre la relación entre actividad profesional y medio ambiente

C4: "Actividad de investigación que se realiza en la universidad, que está relacionada con la sostenibilidad o el medioambiente". Se mide a través de dos subindicadores:

- C4.1: "Publicaciones y ponencias de profesores del centro universitario". Se obiente a partir de la memoria anual de investigación del centro, contabilizando los artículos y ponenecias en cuyo título están contenidas determinadas palabras clave, como por ejemplo sostenibilidad, compromiso social, medio ambiente, desarrollo sostenible, impacto ambiental, etc.
- C4.2: "Proyectos de Tesis doctorales". El valor del indicador es el promedio de todos los proyectos presentados en el año que tratan temas medioambientales y se expresa también en forma de indicador visual, tipo semáforo. Cada uno puntúa según el criterio de la Figura 5.

Color	Puntos	Significado
🔴 Rojo	0	Los contenidos pueden ir contra la sostenibilidad
🟠 Ambar	1	Contenidos no relacionados con la sostenibilidad
🟡 Amarillo	2	Baja relación con sostenibiliad (mejora de técnicas existentes)
🟢 Verde claro	3	Alta relación (nuevas técnicas que mejoran las existentes)
🟢 Verde	4	Muy alta relación (eliminación de impactos ambientales)

Fig. 5: Indicador visual de sostenibilidad en la investigación

Estos indicadores de desempeño están diseñados para conseguir los objetivos establecidos por la política medioambiental de la Escuela y forman parte de la definición de los procesos internos de la misma. Esta correlación se describe en las Tablas 2 y 3:

Indicadores C1, C2, C3:

Objetivos a largo plazo: Los futuros profesionales de la industria son sensibles a temas ambientales y disponen de conocimientos para aplicar criterios ambientales en su actividad profesional.
Objetivos a corto plazo: Al obtener la titulación, los estudiantes han interiorizado los conocimientos necesarios para asumir su futura responsabilidad ambiental.

Indicador	Medio	Proceso	Entradas	Salidas
C1	Contenido ambiental de las asignaturas	Diseño, revisión y validación del plan de estudios	Necesidades sociales, propuestas de asociaciones profesionales y política ambiental de la Escuela	Programa docente del plan de estudios
C2	Actividades desarrolladas durante el proceso formativo	Docencia reglada	Programa docente, matriculación de estudiantes y profesorado	Evaluación y acreditación de los estudiantes
C3	Experiencia profesional de los titulados	Proceso externo a la Escuela	Contratación de estudiantes titulados	Impacto ambiental de la actividad profesional

Tabla 2: Indicadores relativos a la docencia

Indicador C4:

Objetivos a largo plazo: Generar y difundir nuevos conocimientos relacionados con la sostenibilidad y la mejora medioambiental.
Objetivos a corto plazo: Publicar artículos y desarrollar Tesis Doctorales relativos a la investigación efectuada en la Escuela sobre aspectos industriales que impactan sobre el medioambiente.

Indicador	Medio	Proceso	Entradas	Salidas
C41	Publicaciones científicas y ponencias en conferencias y congresos nacionales e internacionales	Investigación	Necesidades sociales y política ambiental de la Escuela	Publicaciones, ponencias, pósters
C42	Tesis Doctorales desarrolladas dentro de programas de doctorado desarrollados en la Escuela	Investigación	Necesidades sociales y política ambiental de la Escuela	Tesis Doctorales

Tabla 3: Indicadores relativos a la investigación

4. RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

Como cabe suponer, la aplicación de los indicadores de las categorías A y B no ha presentado particulares problemas, a parte de la implantación de una serie de registros para poder disponer sistemáticamente de la información necesaria. Los indicadores de la categoría A se miden una vez al año, coincidiendo con la auditoría interna y la reunión de revisión del sistema por la Dirección, mientras que los indicadores de la categoría B se miden mensualmente (Indicadores B1, B3 y B4) o anualmente (Indicadores B2 y B5) según su naturaleza. A consecuencia de las acciones de mejora introducidas, algunos de los indicadores mencionados presentan mejoras significativas, como por ejemplo el consumo de papel y tóner de impresoras, que ha disminuido un 15% en el primer año de gestión del SGA, o el consumo de electricidad, que ha disminuido un12% en el mismo periodo, mientras que otros no manifiestas prácticamente ninguna mejora, como por ejemplo el consumo de gas natural, que, en el mismo periodo, ha aumentado un 6%. Sin embargo, en todo caso el panel de indicadores ha cumplido sus objetivos y el camino de la mejora continua está implantado y consolidado.

Por el contrario, la obtención de los datos para los indicadores de la categoría C ha presentado una serie de dificultades, en algunos casos insalvables, que han obligado a un replanteamiento global de la categoría, que se resume en la tabla siguiente.

5. CONCLUSIONES

La presión legal y social sobre los impactos ambientales de las actividades industriales está incrementándose en los últimos años a consecuencia de la mayor sensibilización de la sociedad hacia la preservación del medio ambiente y la sostenibilidad del desarrollo económico. Las empresas pueden adoptar Sistemas de Gestión Ambiental para asegurar y demostrar su concienciación hacia el medio ambiente. Existen numerosas ventajas relacionadas con la implantación de un SGA, como son la reducción de residuos, la mayor eficiencia en el consumo de recursos, el evitar sanciones legales por incumplimientos de las leyes y reglamentos ambientales vigentes o, incluso, un incremento de las ventas por la mejor imagen que la marca presenta ante su entorno social.

Sin embargo, el éxito de las iniciativas ambientales reside, básicamente, en las decisiones y los comportamientos de las personas (directivos, técnicos y empleados). Para desarrollar y hacer operativo un SGA, todas estas personas deben ser conscientes de su responsabilidad ambiental, y, en gran medida, esta concienciación hacia la preservación del medio ambiente depende de la educación recibida por cada una de ellas. Por lo tanto parece razonable el utilizar el potencial formativo de la educación superior para desarrollar la sensibilidad hacia el medio ambiente en los estudiantes, futuros profesionales del mañana.

En el mundo son varias las instituciones de educación superior que ya han implementado un Sistema de Gestión Ambiental tradicional (ISO 14001, EMAS, etc.), pero no es suficiente. Las Universidades deben promover la responsabilidad individual de sus estudiantes en la sostenibilidad del futuro desarrollo económico e impulsar el desarrollo y difusión de las tecnologías y técnicas no contaminantes, generando un impacto positivo hacia el medio ambiente.

Estos efectos positivos requieren ir más allá del alcance habitual de un SGA. No se trata únicamente de reducir o eliminar completamente la contaminación generada por la actividad educativa, sino de investigar y desarrollar métodos más limpios y sostenibles y, sobre todo, transmitirlos a las personas que, cuando serán graduados, podrán desarrollar actitudes y decisiones positivas hacia la sostenibilidad y el medio ambiente.

Esta es también la responsabilidad de las organizaciones del conocimiento. Por ello, cuando la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa decide implantar un SGA, no busca solo una actividad poco impactante contra el medio ambiente, sino establecer un sistema orientado a desarrollar la responsabilidad individual de profesores y estudiantes a favor del medio ambiente.

Indicador	Comentario	Replanteamiento
C11	Resulta fácil de obtener. Básicamente se trata de determinar el % de las asignaturas impartidas, que, en su guía docente hacen referencia específica a la Competencia Genérica "SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL". En el curso 2011/2012, sobre un total de 168 asignaturas impartidas, solo 18 de ellas indican en su guía docente que la asignatura contribuye a esta Competencia Genérica. Ello representa un 10,71%	Como indicador no requiere ningún replanteamiento. El valor resultado obtenido en el curso 2011/12, obliga a efectuar una revisión de los contenidos de las asignaturas impartidas, ya que, desde el punto de vista del SGA, un 10,71% se considera bajo.
C12	En el curso 2011/12 se han obtenido 37 respuestas a la encuesta distribuida, que representa un 22% sobre el total de asignaturas impartidas. Para cada asignatura se determina el valor de puntuación de la encuesta (sobre un máximo de 100) y se efectúa el promedio de las asignaturas evaluadas. El resultado ha sido de 48,82.	Como indicador no requiere ningún replanteamiento. Los resultados del curso 2011/12 indican, sin embargo, que es necesario efectuar una campaña entre el profesorado para aumentar la participación, que se considera insuficiente.
C13	Ver comentarios del indicador C12	
C2	Este indicador ha presentado varias dificultades. Por una parte, para que el resultado sea representativo, los valores obtenidos al inicio y al final deben corresponder a los mismos sujetos. Por lo tanto, hasta junio 2013, en que finalizaran sus estudios la primera promoción de estudiantes de grado, no se podrá obtener el primer valor. Por otra parte, el desconocimiento por parte de los estudiantes sobre la herramienta del Mapa Conceptual al inicio de sus estudios hace que los mapas obtenidos en su ingreso a la Universidad resulten poco significativos.	Se replantea la conveniencia de comparar los resultados de los Mapas Conceptuales de un mismo curso, aunque sean de estudiantes distintos, para disponer de datos tempestivos. En realidad lo que se propone es medir la sensibilidad del colectivo y no a nivel individual. Por otra parte, se plantea la necesidad de efectuar a los estudiantes iniciales una presentación sobre que son y cómo se realizan los Mapas Conceptuales antes de efectuar el mapa inicial.
C3	No hay datos disponibles, ya que la primera promoción de estudiantes graduados no acabará sus estudios hasta finales del curso 2012/13.	Como indicador no requiere ningún replanteamiento.
C41	Identificadas 47 publicaciones en el año 2011 con contenidos medioambientales, de las que son autores profesores de la Escuela.	Como indicador no requiere ningún replanteamiento.
C42	Curso 2009/10: 3 tesis doctorales relacionadas con la preservación del medio ambiente. Curso 2010/11: 2 tesis doctorales relacionadas con la preservación del medio ambiente. Curso 2011/12: 0 tesis doctorales relacionadas con la preservación del medio ambiente.	Resulta muy subjetiva la evaluación de los contenidos de las tesis doctorales de la forma que describe el semáforo mencionado en el apartado 3.3 para este indicador. Por lo tanto se propone substituir el criterio descrito por otro criterio idéntico al que se utiliza para el indicador C41. Por otra parte, el número de tesis doctorales leídas en un año resulta demasiado bajo para que las tendencias detectadas en el indicador sean representativas. Por lo tanto, se propone contabilizar los tres últimos años en vez de solo el último.

Tabla 4: Resultados de la experiencia

Dado que sin parámetros que permitan medir el progreso, los planes de mejora son inefectivos, la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa ha desarrollado un panel de indicadores para su SGA. Algunos de ellos monitorizan los aspectos de comportamiento y situación ambientales que son habituales en todo sistema de gestión ambiental para medir los impactos negativos de la organización, pero se incluyen otros indicadores específicos para expresar el progreso de los impactos positivos expuestos, que, al resultar absolutamente innovadores, han supuesto notables dificultades en su diseño e implantación y, en algunos casos, han requerido reorientaciones considerables, pero que, al final, presentan una perspectiva optimista para su utilización para el seguimiento de los múltiples aspectos de la mejora continua a favor de la preservación del medio ambiente.

El sistema de gestión ambiental de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa se inició en 2007, se documentó en 2008 y superó su primera auditoría interna en 2009. En aquel momento, la UPC podría haber tenido los primeros centros docentes universitarios con una certificación EMAS en España. Sin embargo, tras estallar la crisis económica y financiera en 2008, y la correspondiente posterior reducción de los recursos disponibles en la universidad pública de nuestro país, la certificación aún no ha tenido lugar (ni como EMAS ni como ISO 14001) puesto que la certificación y su mantenimiento posterior resultan muy costosos, y en el momento actual las prioridades económicas están centradas en otros aspectos. El sistema está vigente, aunque acusa la falta de estímulo que da la certificación exterior, y tan pronto como las circunstancias económicas del país lo permitan, la certificación estará al alcance de la mano.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Angell LC, Klassen RD. "Integrating environmental issues into the mainstream: an agenda for research in operations management", International Journal of Operations & Production Management. 1999. Vol. 11-3, P. 63-76.

[2] Corbett CJ, Keindorfer P. "Environmental management and operations management: introduction to part 1 (manufacturing and eco-logistics)", Production and Operations Management. Summer 2001. Vol. 10-2, P. 107-111. (doi http://dx.doi.org/0.1111/j.1937-5956.2001.tb00072.x).

[3] Kano N, Seraku N, Takahashi F, Tsuji S. "Attractive quality and must-be quality", The Journal of the Japanese Society for Quality Control. April 1984. Vol. 14-2, P. 147-156.

[4] Forza C, Filippini R. "TQM impact on quality conformance and customer satisfaction: a causal model", International Journal of Production Economics. June 1998. Vol. 55-1, P. 1-20. (doi http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00007-3).

[5] Hallowell R. "The relationships of customer satisfaction, customer loyalty, and profitability: an empirical study", International Journal of service industry management. 1996. Vol. 7-4, P. 27-42. (doi http://dx.doi.org/10.1108/09564239610129931).

[6] Shrivastava P. "The role of corporations in achieving ecological sustainability", Academy of management review. October 1995. Vol. 20-4, P. 936-960.

[7] Sarkis J. "Manufacturing's Role in Corporate Environmental Sustainability: Concerns for the New Millennium", International Journal of Operations and Production Management. January 2001. Vol. 21-5/6, P.666-686.

[8] ISO. ISO 14031:1999 Environmental Management. Environmental performance evaluation. Guidelines, ISO Central Secretariat, Geneva (Switzerland), 1999.

[9] Porter M, Van der Linde C. "Towards a New Conception of the Environment – Competitiveness Relationship", Journal of Economic Perspectives. 1995. Vol. 9-4, P. 97-118.

[10] Morrow D, Rondinelli D. "Adopting corporate environmental management systems: motivations and results of ISO 14001 and EMAS certification", European management journal. April 2002. Vol. 20-2, P. 159-171. (doi http://dx.doi.org/10.1016/S0263-2373(02)00026-9).

[11] Poksinska B, Dalgaard JJ, Eklund JAE. "Implementing ISO 14000 in Sweden: motives, benefits and comparisons with ISO 9000", International Journal of Quality & Reliability Management. 2003. Vol. 20-5, P. 585-606. (doi http://dx.doi.org/10.1108/02656710310476543).

[12] Europe. "Regulation (EC) No 761/2001 of the European parliament and of the Council of 19 March 2001 allowing voluntary participation by organizations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS)", Official Journal of the European Communities. 2001. No. 114-24-4-2001, P. 1-29.

[13] EMAS-UK. *EMAS – Why you should register* [en línea]. [UK]: 2008 [ref. de 12 de Marzo de 2008]. Disponible en Web: <http://www.emas.org.uk/>.

[14] Creighton SH. Greening the Ivory Tower: Improving the Environmental Track Record of Universities, Colleges and Other Institutions. MIT Press, Cambridge, 1999. ISBN 978-0262531511.

[15] UNESCO. Policy Dialogue 1: ESD and Development Policy: Education and the Search for a Sustainable Future. UNESCO, Paris.

[16] Lozano R. "Incorporation and institutionalization of SD into universities: breaking through barriers to change", Journal of Cleaner Production. 2006. Vol. 14-9/11, P. 787-796. (doi http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.12.010).

[17] Kamp L. "Engineering education in sustainable development at Delft University of Technology", Journal of Cleaner Production. 2006. Vol. 14-9/11, P. 928-931. (doi http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.036).

[18] Cortés AC, Segalas J, Cebrian G, Junyent M, Tilló T, Marquilles P, Montserrat M. "Sustainability Competences in Catalan University Degrees", In: Proceedings of the 6th Conference on Environmental Management for Sustainable Universities (EMSU). (Delft, The Netherlands 2010).

[19] Dahle M, Neumayer E. "Overcoming barriers to campus greening. A survey among higher educational institutions in London, UK", International Journal of Sustainability in Higher Education. 2001. Vol. 2-2, P. 139-160. (doi http://dx.doi.org/10.1108/14676370110388363).

[20] Uhl C, Anderson A. "Green destiny: universities leading the way to a sustainable future", Bioscience. 2001. Vol. 51-1, P. 36-42. (doi http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0036:GDULTW]2.0.CO;2).

[21] Leal W, MacDermot F, Padgam J. Implementing Sustainable Development at University Level: A Manual of Good Practice. Bradford, England: European Research and Training Center on Environmental Education, 1996. ISBN 1-85143-149-7.

[22] Wright TSA. "Definitions and frameworks for environmental sustainability in higher education", International Journal of Sustainability in higher education. 2002. Vol. 3-3, P. 203-220. (doi http://dx.doi.org/10.1108/14676370210434679).

[23] Fisher RM. "Applying ISO 14001 as a business tool for campus sustainability: A case study from New Zealand", International Journal of Sustainability in Higher Education. 2003. Vol. 4-2, P. 138-150. (doi http://dx.doi.org/10.1108/14676370310467159).

[24] Herremans I, Allwright DE. "Environmental management systems in North American Universities. What drives good performance?", International Journal of Sustainability in Higher Education. August 2000. Vol. 1-2, P. 168-181. (doi http://dx.doi.org/10.1108/1467630010371902).

[25] Keniry J. "Ecodemia Campus environmental Stewardship at the turn of the 21st century", National Wildlife Federation, Washinton. 1995.

[26] Abdul-Wahab SA. "The need for inclusion of environmental education in undergraduate engineering curricula", International Journal of Sustainability in Higher Education. 2003. Vol. 4-2, P.126-137. (doi http://dx.doi.org/10.1108/14676370310467140).

[27] Van Berkel R. "Integrating the environmental and sustainable development agendas into minerals education", Journal of Cleaner Production. October 2000. Vol. 8-5, P. 413-423. (doi http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(00)00045-7).

[28] Juárez-Nájera M, Dieleman H, Turpin-Marion S. "Sustainability in Mexican Higher Education: towards a new academic and professional culture", Journal of Cleaner Production. 2006. Vol. 14-9/11, P. 1028-1038. (doi http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.049).

[29] Ferrer-Balas D. "Global environmental planning at the Technical University of Catalonia", International Journal of Sustainability in Higher Education. 2004. Vol. 5-1, P.48-62. (doi http://dx.doi.org/10.1108/14676370410512580).

[30] Baldasano JM, Gassó S, Arévalo G. Propuesta para la implantación de un Sistema de Gestión Medioambiental en la Universidad Politécnica de Cataluña. Informe final. Universitat Politècnica de Catalunya, 2004.

[31] Busquets P, Jorge J. La petjada ecològica de l'EUPM. Escola Politècnica de Manresa, 2002.

[32] Aguado-Chao JC, Busquets-Rubio P, Cortés Cardonia AC, Fortuny-Santos J., González-Sisó MR, Navarro-Antúnez R, Verdú-González AMC. "Environmental Management System Performance Indicators for a Knowledge Organization. Experiences at the Technical University of Catalonia (UPC), In: Proceedings of the 3rd World Conference on Production and Operations. Japanese Operations Management and Strategy Association. Chapter 10 Environmental and Sustainable Management (Tokio 2008), P. 1760-1773.

[33] Ausubel DP, Novak JD, Hanesian H. Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt McDougal, 1978. ISBN 978-0030899515.

[34] Bousquet WS. "An application of Ausubel's Learning Theory to Environmental Education: A study of concept mapping in College Natural Resources Management Course", Ph Thesis, Ohio State Univ., Columbus. Coll. of Education, 1982.