

## **INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION OF DESIGNERS IN THE REDESIGN OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT**

Pérez Belis, V.; Bovea Edo, M<sup>a</sup> D.; Ibáñez-Forés, V.

Universitat Jaume I

The aim of this paper is to analyze how environmental education in industrial designers influences their willingness to incorporate environmental requirements into the product design process. To do this, a workshop entitled "Incorporation of the end of life in the design of electrical and electronic products. Application to re-design toys" was designed and conducted involving students from different degrees (bachelor and master) linked to Industrial Design and with different levels of training in subjects related to ecodesign. The results show that environmental education and training in this area encourage the incorporation of environmental considerations in the design of electric and electronic equipment. So, its inclusion in the curricula of industrial designers is a key factor for developing products with better environmental performance and greater potential for reuse or recycling.

**Keywords:** *WEEE toys; Environmental education; Industrial designer*

## **INFLUENCIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL DEL DISEÑADOR EN EL REDISEÑO DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS**

El objetivo de esta comunicación es analizar el modo en que la educación ambiental o formación en materia de medio ambiente del diseñador, influye en su predisposición a incorporar requerimientos ambientales en el proceso de diseño de productos. Para ello, se diseñó y llevó a cabo un taller denominado "Incorporación del fin de vida en el diseño de productos eléctricos y electrónicos. Aplicación al rediseño de juguetes", en el que participaron estudiantes de titulaciones de grado y máster vinculadas con el Diseño Industrial y con diferentes niveles de formación en asignaturas relacionadas con ecodiseño. Los resultados demuestran que la educación ambiental y la formación del diseñador en esta materia favorecen la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño de aparatos eléctricos y electrónicos, por lo que su inclusión en los planes de estudio de las titulaciones relacionadas con diseño industrial es clave para desarrollar productos con mejor comportamiento ambiental y mayor potencial de reutilización o reciclaje.

**Palabras clave:** *Educación ambiental; Ecodiseño; Fin de vida*

Correspondencia: M<sup>a</sup> Dolores Bovea Edo. Dpto. Ingeniería Mecánica y Construcción,  
Universitat Jaume I. Av. Sos Baynat s/n. C.P. 12071. Castellón, España.

## 1. Introducción

Según Vezzoli (2003), el diseñador industrial es el eslabón existente entre la esfera cultural del consumidor y el mundo de la producción, por lo que son los responsables de que los diseños de los productos incluyan consideraciones ambientales (Bhamra et al., 2007, Elias et al., 2008, Lockton et al., 2008, Wever et al., 2008). Además, el Libro Blanco de la Educación Ambiental (Ministerio de Medio Ambiente, 1999) establece la necesidad de implantar estos contenidos ambientales en los planes de estudio universitarios de forma transversal, de forma que permitan al estudiante el desarrollo de conductas y actitudes ambientales, especialmente importante en el caso de los diseñadores. El modo de integrar la sostenibilidad en las ingenierías y cursos de diseño, ha sido ampliamente discutido en varios artículos (Peet et al., 2004; Boks & Diehl, 2006).

El objetivo de esta comunicación es analizar el modo en que la educación ambiental o formación en materia de medio ambiente del diseñador, influye en su predisposición a incorporar requerimientos ambientales en el proceso de diseño de productos, haciendo una aplicación al caso de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEEs) y sus residuos (RAEEs).

El marco normativo de los RAEEs está regulado en Europa por la Directiva 2012/19/UE, que, entre otros aspectos, establece que el diseño de estos AEEs deba incorporar requisitos de diseño ecológico tal y como determina la Directiva 2009/125/CE, de modo que faciliten su reparación y actualización, así como su reutilización, desmontaje y reciclado. El diseño de productos basado en estos criterios ambientales no se ha producido de forma paralela a su consumo, que ha crecido de forma exponencial en los últimos años. La creciente demanda de tecnología y dispositivos que incorporen multimedia para el público infantil ha supuesto una acelerada y vertiginosa incorporación de componentes eléctricos y electrónicos al sector del juguete, adaptando los juguetes tradicionales a esta nueva realidad. Sin embargo, la incorporación de estos componentes no se ha realizado en base a criterios de reparación o reutilización. La mayor parte de ellos han sido fabricados como componentes desechables alejados de objetivos de durabilidad o actualización que demanda la legislación actual (Darby & Obara, 2005). Al no incluir de forma sistemática en su diseño consideraciones para el fin de vida, los juguetes eléctricos y electrónicos presentan complejos sistemas de desensamblaje, difícil acceso a los componentes eléctricos y/o electrónicos y una amplia variedad de materiales incompatibles para su reciclaje, lo que dificulta tanto su potencial reciclaje como su reutilización (Pérez-Belis et al., 2013).

Por tanto, es fundamental que el diseñador, a través de la incorporación de requerimientos de diseño orientados hacia la reutilización y la valorización, reparación o actualización de este tipo de productos, permita no únicamente el desarrollo de productos sostenibles y alineados con su fin de vida, sino que alcance al consumidor, inculcando en éste conductas más sostenibles como reutilización o reciclado de estos residuos.

## 2. Metodología

El objetivo principal es desarrollar una actividad de educación y formación ambiental dirigida a estudiantes de diseño con los siguientes objetivos:

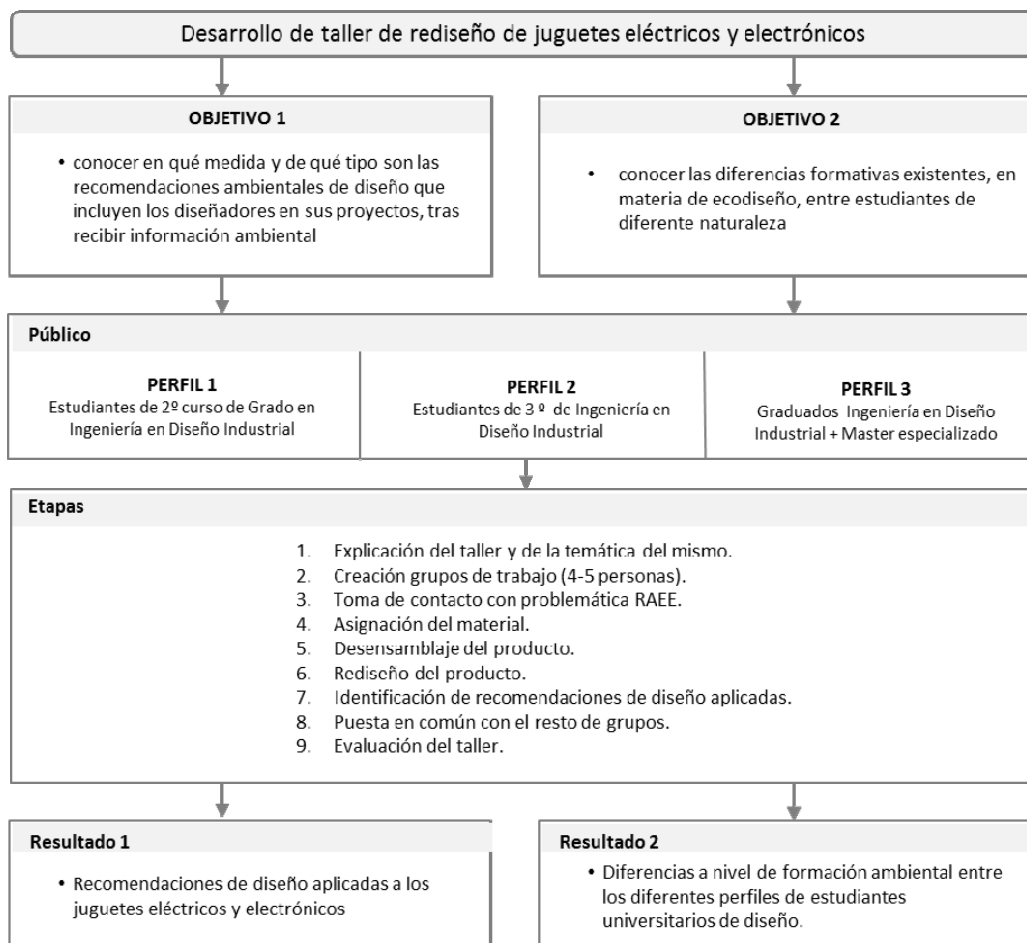
- Conocer en qué medida y de qué tipo son las recomendaciones ambientales de diseño que incluyen los diseñadores en sus proyectos tras recibir información ambiental sobre los residuos de los juguetes eléctricos y electrónicos (sistemas de gestión específicos, composición del residuo de juguetes eléctricos y electrónicos, sistemas de desensamblaje, características de materiales, componentes eléctricos y electrónicos, tratamiento en plantas de reciclaje, etc.).

- Conocer la formación en materia ambiental (ecodiseño) de cada uno de los perfiles de estudiantes en función de la titulación a la que pertenecen.

El taller se centra de forma específica en los juguetes eléctricos y electrónicos, procedentes de la campaña de sensibilización y recogida de juguetes usados que se diseñó y se llevó a cabo en 2011 en diferentes centros de Educación Infantil y Primaria y en la Universidad, en el municipio de Castellón de la Plana (España). Los objetivos, desarrollo y resultados de la campaña pueden consultarse en detalle en Pérez-Belis et al. (2013).

El esquema de la metodología, cuyo desarrollo y resultados se detalla en los siguientes apartados, se muestra en la Figura 1.

**Figura 1. Esquema general de metodología de educación ambiental**



### 3. Taller de rediseño de juguetes eléctricos y electrónicos

Con el fin de alcanzar los objetivos anteriormente descritos, se desarrolla un taller dirigido a estudiantes y graduados de la titulación/grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Máster en Diseño y Fabricación, con tres perfiles diferentes:

- **Perfil 1:** Estudiantes de 2º curso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial, que no han cursado todavía ninguna asignatura específica en materia de ecodiseño.
- **Perfil 2:** Estudiantes de 3º de Ingeniería Técnica en Diseño Industrial, que han cursado una asignatura específica en materia de ecodiseño.

- **Perfil 3:** Graduados de Ingeniería Técnica en Diseño Industrial, que cursan actualmente un Máster de especialización en Diseño y Fabricación, y que han cursado, además de una asignatura básica de ecodiseño, correspondiente a su titulación de Ingeniería en Diseño Industrial, otra asignatura de ampliación de conceptos relacionados con el ecodiseño de productos, diseño para medio ambiente y reciclaje.

El taller se diseña con un marcado carácter práctico y orientado a la incorporación de aspectos ambientales en el diseño de juguetes eléctricos y electrónicos. Las etapas del taller son las siguientes (ver Figura 1):

1. Explicación del taller y de la temática del mismo. El objetivo es proporcionar, de forma conjunta a todos los participantes al taller, información sobre la legislación marco que afecta a los AEEs y específicamente a sus residuos (RAEEs) y a la forma en que deben gestionarse, modo de identificación de los RAEEs, sistemas de recogida, funcionamiento de las plantas de tratamiento de RAEEs, alternativas al reciclaje de RAEEs orientadas hacia la reutilización o compartición, etc., haciendo especial énfasis en la categoría de juguetes eléctricos y electrónicos, objeto del taller. Esta información se suministra por los organizadores del taller a modo de presentación oral utilizando ejemplos, fotografías y videos, al grupo completo. Para las actividades posteriores, los participantes disponen de esta información en formato papel.
2. Formación de grupos de trabajo. El objetivo es dividir al grupo participante del taller en grupos de trabajo formados por 4 ó 5 estudiantes. El resto de actividades a partir de ésta, se realizan con este tamaño de grupo.
3. Toma de contacto con la problemática de la gestión de RAEEs. El objetivo de esta actividad es doble. Por un lado, debe servir como toma de contacto con el objeto del taller, y por otro, debe homogenizar el nivel de conocimiento de todos los participantes. Para ello, se propone que la primera actividad de cada grupo de trabajo sea analizar y debatir, en base a la información explicada por los moderadores del taller y la suministrada en formato de papel, la problemática de la gestión de RAEEs y su aplicación a los juguetes eléctricos y electrónicos.
4. Asignación de material. El objetivo es repartir a cada grupo un residuo de juguete eléctrico y electrónico y herramientas y material complementario (destornilladores, tenazas, tijeras, etc.) a utilizar en la siguiente actividad.
5. Desensamblaje del producto. Esta actividad representa la parte principal del taller. El objetivo es que cada grupo rediseñe el producto asignado teniendo en cuenta la información suministrada y debatida en las actividades anteriores y el material complementario. Cada grupo ha de realizar las siguientes tareas:
  - Desensamblar el juguete eléctrico y electrónico, utilizando las herramientas proporcionadas, con el objeto de analizar la secuencia de desensamblaje del juguete original, hasta separar los componentes eléctricos y electrónicos, condensadores, interruptores o bombillas, pilas y acumuladores, tarjetas de circuitos impresos (de superficie mayor de 10 cm<sup>2</sup>), cables de conexión eléctrica o plásticos que contengan materiales pirorretardantes bromados, tal y como marca la legislación. Identificar y pesar con ayuda de una báscula, el material de todos los componentes del producto.
  - Completar una ficha técnica sobre el desensamblado del juguete, anotando en ésta la información sobre el producto, su desensamblaje y componentes, tanto eléctricos y electrónicos como no eléctricos y electrónicos.
6. Rediseño del producto. El objetivo es que cada grupo proponga un rediseño del producto asignado, teniendo en cuenta la información suministrada sobre el fin de vida de los

RAEEs. Para ello, es posible hacer un rediseño físico utilizando el producto original y material adicional, o hacerlo de forma conceptual apoyándose en bocetos.

7. Identificación de recomendaciones de diseño aplicadas. El objetivo es que cada grupo identifique las recomendaciones de diseño aplicables a productos eléctricos y electrónicos que han incorporado durante el proceso de rediseño del producto asignado. Para ello, han de seleccionar aquéllas que se han utilizado a la hora de hacer el rediseño de su producto en la actividad anterior, de las propuestas en Tabla 1, teniendo la posibilidad de añadir las que sean necesarias.

**Tabla 1. Ejemplo de listado de recomendaciones de diseño propuestas (parcial)**

Etapa	Estrategia*	Medidas	Grado de incorporación		
			Bajo	Medio	Alto
Obtención y consumo de materiales y componentes	MBI 01 Materiales más limpios (...)(...)	01 Usar tintas vegetales Sustituir el tejido sintético de poliéster por algodón orgánico o fibras naturales. (...)(...)			
		02 (...)(...)			
Producción	RUM 01 Reducción del peso (...)(...)	01 Minimización de componentes Desmaterializar parte del juego (ampliaciones o actualizaciones) (...)(...)			
		02 (...)(...)			
Distribución	PAE 01 Técnicas de producción alternativas (...)	01 Adquisición de máquinas de bajo consumo energético			
		OE 01 Envases: menos/más limpios/reutilizables (...)	01 Diseño de envases para que se puedan reutilizar (...)(...)		
Uso	OD 01 Modo de transporte eficiente en energía (...)	RIU 01 Menor consumo de energía (...)(...)	01 Introducir mecanismos de apagado automático Dimensionar correctamente la fuente de alimentación (...)(...)		
		02 (...)(...)			
Fin de vida	SFV 01 Reutilización del producto (...)(...)	01 Posible desensamblaje modular del contenido eléctrico/electrónico utilizando herramientas. (...)(...)			
		CV 01 Fiabilidad, durabilidad, reutilización y reciclado (...)(...)	01 Diseño de piezas plásticas: El diseño de transiciones suaves del espesor. (...)(...)		
Nuevas ideas de producto	OF 01 Uso compartido del producto (...)(...)	01 Diseño de juegos colaborativos (...)(...)			

\*Las estrategias consideradas son: MBI: Selección Materiales de Bajo Impacto; RUM: Reducir el Uso de Material; PAE: seleccionar técnicas de Producción Ambientalmente Eficientes; OE: Optimizar el Embalaje del producto; OD: Optimización de la Distribución; RIU Reducir el Impacto ambiental en la fase de Utilización; CV optimizar el Ciclo de Vida; SFV: optimizar el Sistema de Fin de Vida; OF: optimizar la Función.

8. Puesta común con el resto de los grupos. El objetivo es exponer al resto de los grupos el resultado, justificación y conclusiones de su proyecto, obteniendo y compartiendo opiniones del resto de los participantes, fomentando el pensamiento crítico y enriqueciendo así la actividad.
9. Evaluación del taller. El objetivo es conocer en qué medida aumenta, la realización del taller, su nivel de conocimiento relacionado con la aplicación de recomendaciones de diseño al rediseño de productos eléctricos y electrónicos. Para ello, al finalizar el taller cada participante, de forma individual, debe valorar las preguntas mostradas en la Tabla 2 en una escala de 1 a 5 (1: No, nada; 5: Sí, en profundidad) la medida en que su conocimiento ha variado en cada una de ellas, antes y después del taller. De esta forma es posible comparar el nivel de conocimiento de partida y el final.

**Tabla 2. Preguntas de evaluación para el alumno**

	Antes del taller	Después del taller
P1	¿Sabes qué es el diseño para fin de vida?	
P2	¿Crees que son necesarias las recomendaciones de fin de vida en el diseño?	
P3	¿Has incorporado o vas a incorporar en alguno de tus diseños recomendaciones de fin de vida?	
P4	¿Conoces la Directiva sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos?	
P5	¿Sabes que los juguetes eléctricos y electrónicos deben ser gestionados como residuos independientes, del mismo modo que el resto de aparatos eléctricos y electrónicos (electrodomésticos, ordenadores, etc.?)	
P6	¿Sabes cómo funciona una planta de reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?	
P7	¿Se han cumplido tus expectativas respecto al Taller?	

## 4. Resultados

Siguiendo la metodología expuesta en el apartado anterior, se llevó a cabo un taller titulado “*Incorporación del fin de vida en el diseño de productos eléctricos y electrónicos. Aplicación al rediseño de juguetes*” durante el mes de septiembre de 2012 en la Universitat Jaume I (Castellón, Spain), al que asistieron 25 personas (aforo máximo del taller) con los siguientes perfiles: 40% del perfil 1 (estudiantes de 2º curso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial), 40% del perfil 2 (estudiantes de 3º de Ingeniería Técnica en Diseño Industrial) y 20% del perfil 3 (graduados de Ingeniería Técnica en Diseño Industrial + Máster de especialización).

Tras la parte inicial de presentación del taller y de la problemática de la gestión de los RAEEs y su aplicación a la gestión de residuos de juguetes eléctricos y electrónicos, los 25 participantes se organizaron en 6 grupos (A,B,C,D,E,F) de 4 y 5 participantes, a los cuales se les asignó un juguete perteneciente a las categorías “*Primera infancia*”, “*Vehículos de tamaño reducido*” y “*Juegos de mesa eléctricos y electrónicos*”, la información en formato papel y el material complementario necesario para el desensamblaje y rediseño del juguete.

Tras el desensamblaje de los productos, cada grupo elaboró una ficha técnica, que le sirvió para analizar aspectos necesarios para el rediseño del mismo, relacionados con: nº tornillos para acceder al contenido eléctrico y electrónico, sistemas de desensamblaje del producto, fijación de los componentes electrónicos, dificultad de desensamblaje, compatibilidad de materiales presentes en el producto, etc.

### 4.1. Incorporación de recomendaciones ambientales de diseño

Teniendo en cuenta los inconvenientes identificados durante el desensamblaje del producto original, cada grupo hizo el rediseño del caso asignado aplicando diferentes

recomendaciones de diseño. En la Tabla 3 se observa únicamente un extracto de las recomendaciones de diseño proporcionadas, mostrando aquellas en las que han coincidido los grupos que analizaban la misma categoría de producto e indicando la medida o grado en el que las han integrado en sus rediseños (B=bajo, M=medio, A=alto).

**Tabla 3. Recomendaciones de diseño aplicadas por categoría de juguete (parcial)**

		Grupo A			Grupo D		
		B	M	A	B	M	A
<b>7.1 Primera Infancia</b>							
1	Utilización de plásticos biodegradables			✓		✓	
2	Emplear materiales plásticos en lugar de metálicos			✓		✓	
3	Reducir el número de tornillos mediante la reducción de piezas.			✓		✓	
4	Simplificar el contenido electrónico			✓		✓	
5	Las placas electrónicas tienen que estar fabricadas con la tecnología de montaje superficial (TMS), Surface Mount Device (SMD).			✓		✓	
6	Disminuir el volumen del armazón del conjunto eléctrico/electrónico.			✓		✓	
7	Reducir la medida de las piezas	✓				✓	
8	Pensar los envases para que se puedan reutilizar	✓				✓	
9	Usar papel reciclado en el forro de la caja y las láminas	✓				✓	
10	No utilizar compuestos para dar brillo óptico al papel,	✓				✓	
11	Funcionamiento mecánico	✓			✓		
12	Productos polivalentes, ofreciendo múltiples variantes del juego.			✓		✓	
..	.. continúa* ..						
<b>7.5 Vehículos tamaño reducido</b>							
1	Reducir el número de tornillos mediante la reducción de piezas.			✓		✓	
2	Evitar la mezcla de plásticos incompatibles en el reciclaje			✓		✓	
3	Marcado o etiquetado por inyección.			✓		✓	
..	.. continúa* ..						
<b>7.6 Juegos de mesa eléctricos y electrónicos</b>							
1	Desmaterializar parte del juego (como las ampliaciones o actualizaciones)			✓		✓	
2	Optimizando el grosor y la densidad de los materiales utilizados.			✓		✓	
3	Reducir el número de tornillos mediante la reducción de piezas.				✓	✓	
4	Optimizar las dimensiones			✓		✓	
5	Incorporar energía solar			✓		✓	
6	Simplificación y minimalismo				✓	✓	
..	.. continúa* ..						

\* Únicamente se muestran las recomendaciones en las que han coincidido los grupos que analizaban la misma categoría de producto.

Se observa efectivamente que todos los grupos han incorporado recomendaciones de diseño en sus proyectos. Como cada uno de ellos ha trabajado en base a un modelo diferente incorporando recomendaciones apropiadas para su caso en cuestión, se analizan únicamente las que han sido comunes para la misma categoría de producto, entendiendo

éstas como generales para dicha categoría y el resto como específicas del producto asignado. En base a las recomendaciones mostradas en la Tabla 3, se observa que el 57% de las seleccionadas se orientan hacia el fin de vida del producto, destacando las relacionadas con las que facilitan su desmontaje, como son la reducción del número de tornillos, incorporación de pestañas, o simplificación del propio producto tanto a nivel de piezas como de materiales.

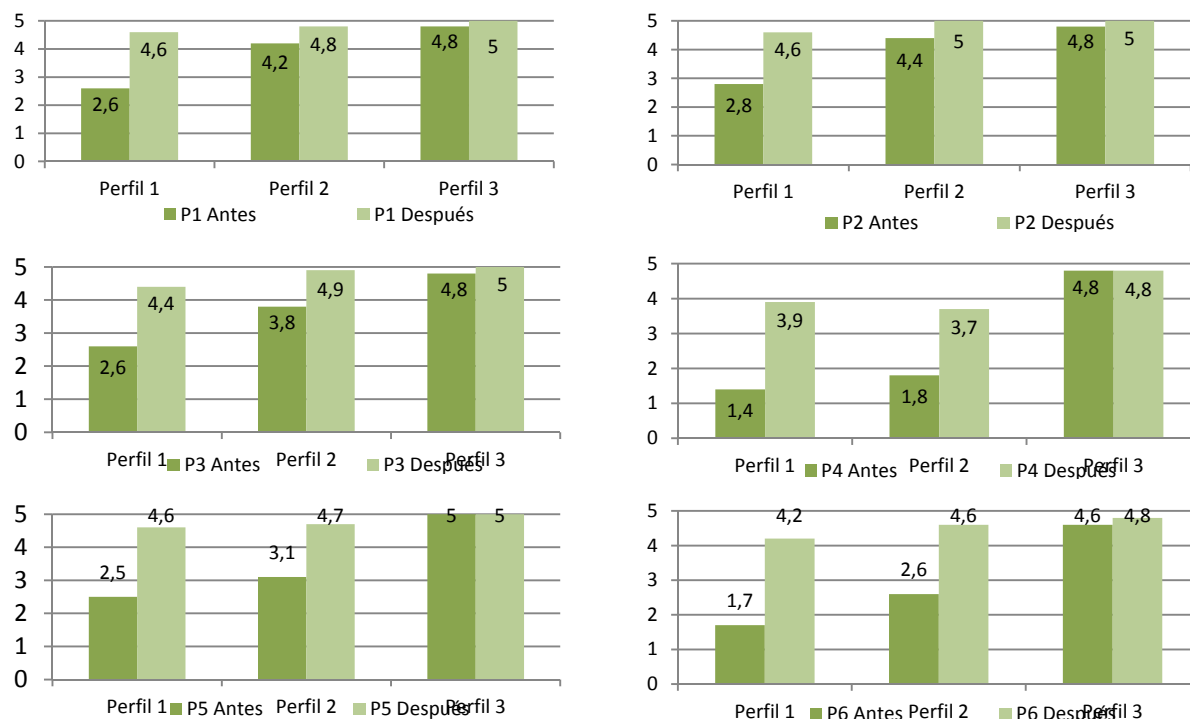
En lo que se refiere al grado o intensidad en la que los estudiantes de diseño han incorporado estas recomendaciones en sus rediseños, ésta es elevada en un 33% de los casos, destacando entre ellas la utilización de plásticos biodegradables, la simplificación del contenido electrónico y su armazón, el diseño de juguetes multifunción, la incorporación de etiquetas y el marcado en el propio molde de inyección, y la reducción de tornillos mediante reducción de piezas.

Como conclusión, se obtiene que la predisposición en la incorporación de requerimientos ambientales de diseño por parte de los diseñadores industriales, aumenta si conocen las repercusiones ambientales y el fin de vida del producto, en este caso, de los juguetes eléctricos y electrónicos.

#### 4.2. Diferencias en educación ambiental entre los diferentes perfiles analizados

Una vez finalizado el taller, cada participante, de forma individual, completó la encuesta mostrada anteriormente en la Tabla 2. Puesto que el objetivo es analizar la influencia que la educación ambiental (perfil del participante al taller) tiene sobre los resultados obtenidos, la Figura 2 muestra las respuestas obtenidas por pregunta para cada uno de ellos, analizando a continuación y de forma independiente éstos.

**Figura 2. Resultados de valoración por preguntas y perfil analizado**

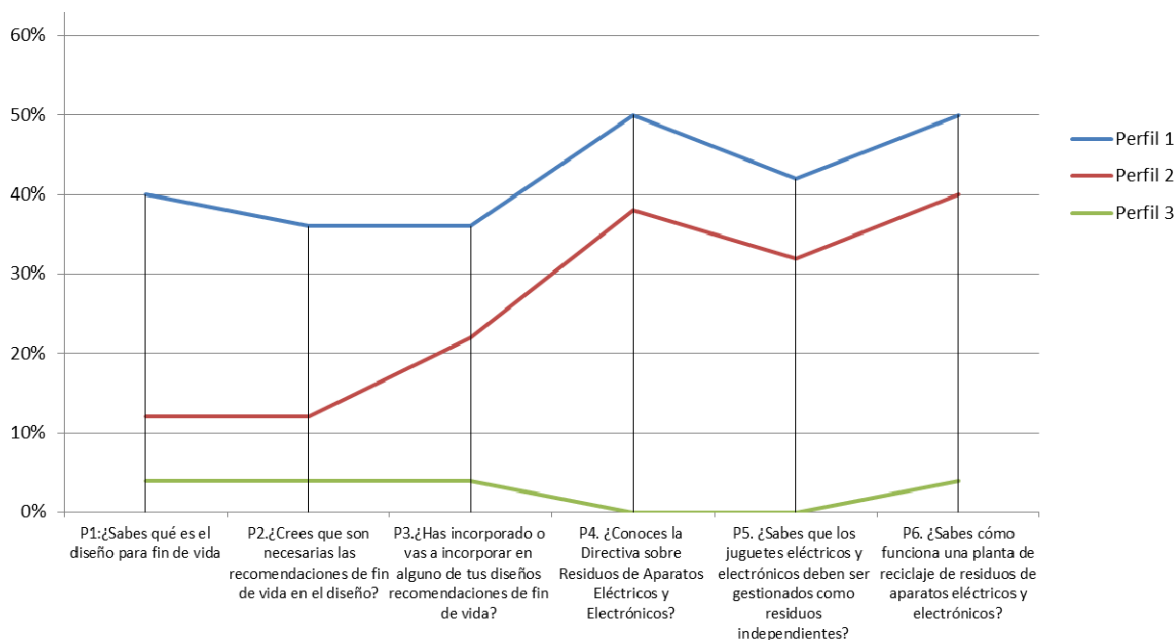


(P1: ¿Sabes qué es el diseño para fin de vida?) P2: ¿Crees que son necesarias las recomendaciones de fin de vida en el diseño? P3: ¿Has incorporado o vas a incorporar en alguno de tus diseños recomendaciones de fin de vida? P4: ¿Conoces la Directiva sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos? P5: ¿Sabes que los juguetes eléctricos y electrónicos deben ser gestionados como residuos independientes, del mismo modo que el resto de aparatos eléctricos y electrónicos (electrodomésticos, ordenadores, etc.)? P6: ¿Sabes cómo funciona una planta de reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?).



La Figura 3 muestra el porcentaje de aprendizaje de cada uno de los perfiles para cada una de las preguntas, observando lo que ha aprendido cada uno de ellos tras el taller. Se demuestra que éste ha resultado útil para la totalidad de los alumnos, ya que independientemente de la titulación a la que pertenecían, en todos y en cada uno de ellos el taller ha supuesto una ampliación de información y conocimiento.

**Figura 3. % de aprendizaje por pregunta y perfil universitario**



El aprendizaje ha sido mayor para el Perfil 1 y Perfil 2 que partían con menor formación en esta materia. Se observa que algunas de las preguntas, como las relacionadas con la legislación (P4 y P5) han sido muy útiles para ambos, sirviendo para que la mayor parte de los estudiantes conozcan la Directiva RAEE y para completar conocimientos en el resto. Para el Perfil 3, esta pregunta no ha supuesto prácticamente variación alguna en sus conocimientos.

El hecho de que en la pregunta P3, referente a la incorporación de recomendaciones de fin de vida, los alumnos se muestren más dispuestos a integrarlas en sus proyectos, demuestra que a mayor información y formación en el diseñador, mayores serán las consideraciones adoptadas en el producto y por tanto mejores y más sostenibles serán éstos.

Finalmente, en la pregunta P6 sobre el funcionamiento de una planta de reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se trata información específica a la que por lo general y de no tratarse en asignaturas especializadas o de máster, el alumno no tiene acceso. Es por ello por lo que ha resultado ser una información valiosa para el alumno, suponiendo un aumento en sus conocimientos sobre esta materia.

## 5. Conclusiones

La realización del taller ha permitido demostrar que el diseñador se encuentra predispuesto a incorporar requerimientos de fin de vida en el diseño de juguetes eléctricos y electrónicos. Sin embargo, la forma en que los incorpora depende de su grado de conocimiento sobre la materia ecodiseño.

En primer lugar y en lo referente a la incorporación de recomendaciones ambientales de diseño, se observa que tras la explicación teórica sobre la gestión de estos residuos, composición, sistemas de desensamblaje, tratamiento en plantas de reciclaje, etc., el estudiante ha considerado el factor ambiental, incorporando recomendaciones de diseño en el juguete que se les ha asignado, de las cuales el 57% se orientan hacia la etapa del fin de vida. Esto demuestra que cuanto mayor es la información sobre la retirada, tratamiento, reutilización y valorización de los residuos de juguetes eléctricos y electrónicos, mayor es la posibilidad de que los diseños incorporen consideraciones alineadas con su fin de vida. Por ello, la difusión de información ambiental referente al fin de vida dirigida hacia el diseñador industrial, potencia e impulsa la integración de recomendaciones ambientales de diseño en juguetes eléctricos y electrónicos.

En segundo lugar y respecto a las diferencias en cuanto a la formación ambiental de cada uno de los perfiles comparados, se observa que el perfil 1 y perfil 2 parten con un conocimiento en esta materia mucho menor que el perfil 3. Estas diferencias son más leves en temas como el diseño para fin de vida y recomendaciones de diseño, y son más notables en lo relacionado con la legislación sobre RAEEs y los sistemas de reciclaje de éstos. Este ámbito es especialmente importante para el diseñador, ya que, por un lado, el conocer la legislación relativa a la gestión de RAEEs le permite diseñar productos que cumplan con cada uno de sus requisitos que ésta marca, además de incorporar el fin de vida de los AEEs en las primeras etapas del diseño, y por otro, el hecho de conocer la gestión y procesos utilizados en las plantas de tratamiento de RAEEs, facilita que el diseñador pueda incorporar recomendaciones de diseño alineadas con los procesos a los que se someten estos residuos en su fin de vida. Se trata por tanto de un problema de información o educación ambiental más que de actitud.

El diseñador se muestra concienciado con la problemática pero desconoce en gran medida parte de ella, por lo que el disponer de mayor información permitiría al diseñador crear productos con mejor comportamiento ambiental y cuyo fin de vida se alinee con la tecnología, gestión y procesos disponibles. Esta información debe ser incluida en asignaturas o experiencias prácticas que aproximen al diseñador al fin de vida de estos residuos, que de forma real les permita conocer de primera mano su final como residuo. Por las diferencias observadas en los resultados de los diferentes perfiles de estudiantes, ésta debe ser integrada en su totalidad y de forma continuada en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial, no reservándola únicamente a los másteres especializados.

Cabe destacar que además, los propios alumnos, conscientes de la situación, son los que demandan este tipo de actividades, encontrándolas interesantes y necesarias en su formación, tal y como expresan algunas de las opiniones recogidas en las encuestas.

## 6. Referencias

- Boks, C., Diehl, J.C., 2006. Integration of sustainability in regular courses: experiences in industrial design engineering. *Journal of Cleaner Production*, 14 (9–11), 932–939.
- Bhamra, T., Lofthouse, V., 2007. *Design for Sustainability: a Practical Approach*. Gower, UK.
- Darby L., Obara, L. 2005. Household recycling behaviour and attitudes towards the disposal of small electrical and electronic equipment. *Resources, Conservation and Recycling*, 44, 17-35.
- Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L285, 10-35.

- Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio de 2012 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Diario Oficial de la Unión Europea, L197, 38-71.
- Elias, E.W.A., Dekoninck, E.A., Culley, S.J.C., 2008. Assessing user behaviour for changes in the design of energy using domestic products, in: IEEE International Symposium on Electronics and the Environment (ISEE), San Francisco, CA, US.
- Lockton D., Harrison, D., Stanton, N., 2008. Making the user more efficient: design for sustainable behaviour. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1(1), 3–8.
- Ministerio de Medio Ambiente. 1999. Libro Blanco de la Educación Ambiental en España.
- Peet D.J., Mulder K.F., Bijma, A., 2004. Integrating sustainable development into engineering courses at the Delft University of Technology: The individual interaction method. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 5(3), 278-288.
- Pérez Belis, V., Bovea, M.A., Gómez, A. (2013). Waste electric and electronic toys: management practices and characterization. *Resources, Conservation & Recycling* (*in press*).
- Vezzoli, C., 2003. A new generation of designers: perspectives for education and training in the field of sustainable design. Experiences and projects at the Politecnico of Milano University. *Journal of Cleaner Production*, 11, 1–9.
- Wever, R, van Kuijk, J., Boks, C., 2008. User-centred design for sustainable behaviour. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1(1), 9- 20.