



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

### EXPERIENCIA DE COLABORACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA PARA LA RENOVACIÓN DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN LAS ASIGNATURAS DE GRADO Y MASTER DE LA MATERIA ELECTRÓNICA DE POTENCIA.

Herrero de Lucas, Luis Carlos; Ruiz González, José Miguel; Domínguez Vázquez, José Antonio;  
González de la Fuente, José Manuel; Martínez Rodrigo, Fernando y  
González González, María Luisa.

Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías Industriales. Departamento de Tecnología  
Electrónica. Francisco Mendizábal 1, 47014 Valladolid, España.

[lherrer@tele.uva.es](mailto:lherrer@tele.uva.es) ; [j\\_miguel@tele.uva.es](mailto:j_miguel@tele.uva.es) ; [josdom@eis.uva.es](mailto:josdom@eis.uva.es) ; [j\\_m\\_gonz@tele.uva.es](mailto:j_m_gonz@tele.uva.es) ;  
[fer\\_mart@tele.uva.es](mailto:fer_mart@tele.uva.es) ; [marisag@mat.uva.es](mailto:marisag@mat.uva.es)

#### 1. RESUMEN:

En esta comunicación el Grupo de Innovación Docente en Electrónica de Potencia de la UVA, describe un trabajo de colaboración entre empresas y docentes, cuyo objetivo fue la coordinación de la renovación de contenidos y metodologías en las diferentes asignaturas de Grado y Máster que se irán implantando en la Escuela de Ingenierías Industriales de la UVA. Se describe el procedimiento que permitió esta colaboración y se indican los resultados obtenidos en la misma, plasmados en una propuesta de competencias específicas, objetivos generales y metodologías de aprendizaje que se incluirán en las nuevas programaciones de las asignaturas relacionadas con la materia Electrónica de Potencia.

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

### 2. ABSTRACT:

In this paper the Teaching Innovation Group in Power Electronics in University of Valladolid describes a collaborative work between firms and teachers whose objective was the coordination of the renewal of contents and methodologies in the different subjects of Undergraduate and Master that would be implemented in the School of Industrial Engineering from University of Valladolid. The procedure which allowed that collaboration is described as well as the results obtained. All this is reflected in a proposal for specific skills, general objectives and learning methodologies to be included in the new programming of the subjects relating to the Power Electronics subject.

3. **PALABRAS CLAVE** : Colaboración Universidad-Empresa, Electrónica de Potencia, Competencias / **KEYWORDS**: University-Industry Collaboration, Power Electronics, Competencies.

4. **ÁREA DE CONOCIMIENTO**: Ingenierías y Arquitectura

5. **ÁMBITO TEMÁTICO DEL CONGRESO**: La cooperación en y por el conocimiento.

6. **MODALIDAD DE PRESENTACIÓN**: Comunicación oral

### 7. DESARROLLO:

#### a) Objetivos

La Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid (UVa), actualmente se encuentra en el proceso de implantación de las nuevas titulaciones de Grado y Máster. Dentro de estas titulaciones se impartirán nueve asignaturas, todas ellas adscritas al

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

departamento de Tecnología Electrónica de la Uva, relacionadas con la materia Electrónica de Potencia (EP), ver Tabla I.

**Tabla I.** *Asignaturas de la materia Electrónica de Potencia en las titulaciones de Grado y Máster.*

Titulación	Asignatura (Tipo)
Grado en Electrónica Industrial y Automática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrónica de Potencia (OB).</li> <li>• Electrónica Industrial (OP).</li> <li>• Electrónica de Potencia en Sistemas de Energía Alternativa (OP).</li> </ul>
Grado en Ingeniería Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrónica de Potencia para Aplicaciones en Sistemas Eléctricos (OB).</li> <li>• Electrónica Industrial para Aplicaciones en Sistemas Eléctricos (OP).</li> </ul>
Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrónica en Sistemas Industriales (OB).</li> </ul>
Máster en Ingeniería Industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentos de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Control (OB).</li> </ul>
Máster en Informática Industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrónica de Potencia Aplicada a la Informática Industrial (OB).</li> </ul>

Este hecho animó a un grupo de profesores, del Departamento de Tecnología Electrónica de la Uva, relacionados con la materia E.P. bien por temas de docencia y/o investigación, a solicitar la creación del Grupo de Innovación Docente en Electrónica de Potencia de la UVa (GIDEP\_UVa), que se encargaría, entre otros objetivos, de coordinar los contenidos específicos de las asignaturas de Grado y Máster de la materia.

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

La definición de contenidos específicos de una asignatura no debería ser establecida solamente bajo el prisma docente [1-2]. Conocer que demanda la sociedad al alumnado que se forma en nuestras aulas es un punto clave para el establecimiento de estos contenidos específicos. Con este propósito, se estableció un procedimiento de cooperación entre empresas del sector de la Electrónica de Potencia y el profesorado del GIDEP\_UVa, cuyos objetivos fueron:

1. Determinar las competencias específicas [3-5] que debía adquirir el alumnado que curse asignaturas de la materia Electrónica de Potencia.
2. Establecer los principales objetivos de aprendizaje [6-8] para cada una de las competencias específicas.
3. Articular un procedimiento que permitiera que la propuesta de competencias específicas y de objetivos generales de aprendizaje pudiera ser incluida en las nuevas programaciones de las diferentes asignaturas de Grado y Máster de la materia EP.

### **b) Descripción del trabajo**

El trabajo se realizó en tres etapas:

- **Etapas:** En primer lugar la atención se centró en conocer las principales competencias específicas demandadas por las empresas del sector al alumnado que cursará asignaturas de la materia Electrónica de Potencia. Para lo cual, se elaboró una encuesta con el objetivo de realizar un sondeo entre algunas de las principales empresas del sector.

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

En esta encuesta se buscaba, en función de la tipología de la labor profesional, obtener información sobre los conocimientos temáticos que cada encuestado consideraba necesarios (ahora y en el futuro), su opinión sobre las mejores metodologías de enseñanza-aprendizajes que preparan para el ejercicio profesional y además, se solicitaban los comentarios que se consideraran convenientes. Con el objetivo de formular las competencias específicas de la materia teniendo en cuenta no sólo consideraciones académicas sino también la demanda de conocimientos en el sector de la Electrónica de Potencia, la encuesta se estructuró en:

a) Preguntas cerradas relativas a:

- La determinación de las características de las empresas.
- El establecimiento de la tipología de labor profesional desarrollada.
- La temática de la materia que hubiese sido utilizada hasta el momento en su desempeño profesional y en qué medida las mismas eran consideradas como necesarias en la formación de los futuros titulados.
- La tipología de la formación recibida por el encuestado.

b) Preguntas abiertas relativas a:

- Las temáticas que consideraran necesarias en el futuro para la formación del alumnado.
- Aspectos relacionados con la formación que considerasen no incluidos en las preguntas anteriores.

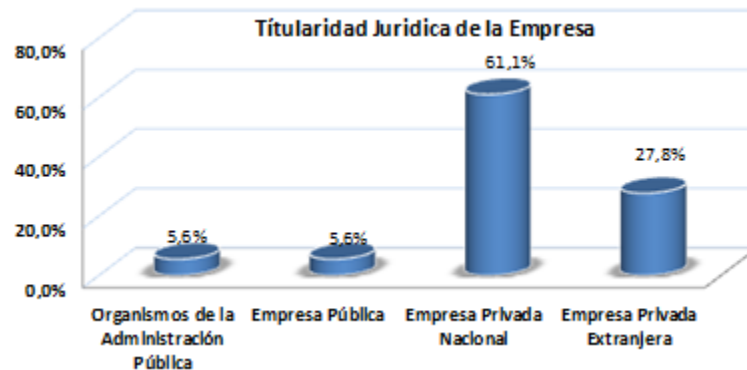
Una vez elaborada la encuesta se efectuó una labor de búsqueda de empresas y profesionales a los que enviarla. Estas encuestas se mandaron a profesionales relacionados con los departamentos comerciales, de mantenimiento, de compras y de I+D

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

de algunas de las principales empresas relacionadas con la materia Electrónica de Potencia. Las características de las empresas con las que se contactó para la realización de la encuesta han sido muy variadas, tanto desde el aspecto de la titularidad jurídica, como del número de empleados, del sector económico al que pertenecen y del ámbito de actividad de la empresa, figuras 1, 2.



(a)



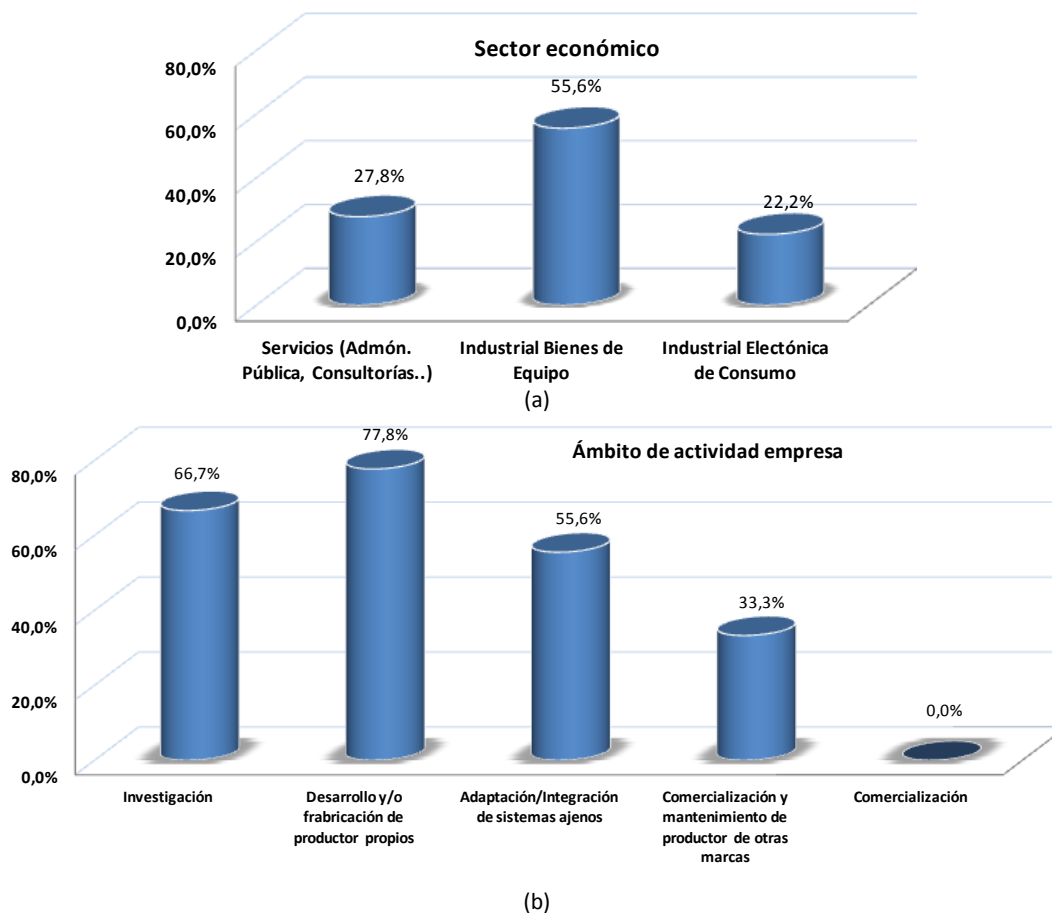
(b)

**Figura 1.** (a) Titularidad jurídica y (b) número de empleados de las empresas que han participado en la encuesta.

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD



**Figura 2.** (a) Sector económico y (b) ámbitos de actividad de las empresas que han participado en la encuesta.

Nuestro interés no fue disponer de un número elevado de encuestas, en total se manejaron dieciocho encuestas, sino dirigir las encuestas hacia los responsables de las principales áreas en las que trabajan los egresados (Diseño, Comercial, Mantenimiento y Funciones de gestión y/o dirección). Para lo cual, después de un contacto telefónico con cada uno de

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI

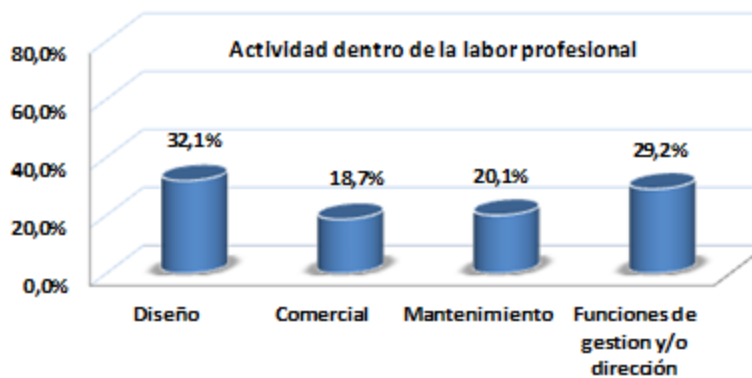


## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

ellos, donde se les explico el objetivo de la encuesta, se les envió la misma. De esta manera, si bien la muestra recogida no es demasiado amplia, es lo suficiente selectiva como para considerar válidos los resultados obtenidos. En la figura 3 y 4 se muestran las características de los profesionales que han respondido a la encuesta, se observa que las actividades desarrolladas abarcan todos los campos.



(a)



(b)

**Figura 3.** (a) *Ámbito profesional* y (b) *Actividad profesional de los encuestados.*

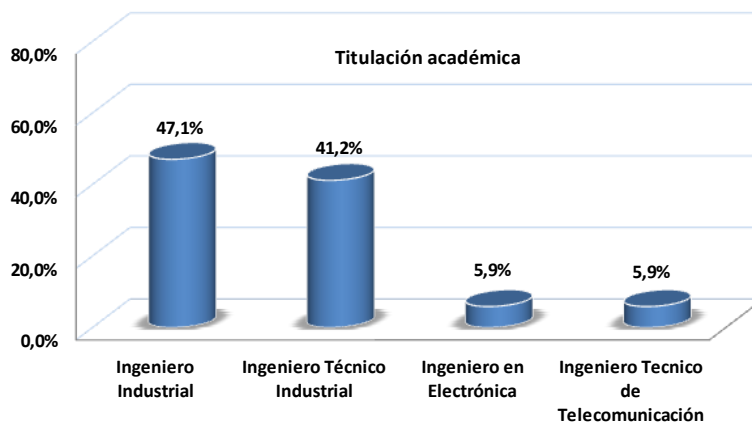
SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI





## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Señalar que en cuanto a la titulación, figura 4, se les solicitaba la de mayor nivel, en este sentido hay que tener en cuenta que una parte del alumnado al finalizar sus estudios de Ingeniería Técnica opta por realizar un segundo ciclo.



**Figura 4.** Titulación académica de los profesionales que han respondido a la encuesta.

En las figuras 1 a 4 se puede observar que la experiencia, responsabilidad y campo de actividad de los profesionales que han cumplimentado la encuesta es lo suficientemente rica y diversa, lo que conducirá a obtener resultados válidos para los principales campos en los que trabajarán los futuros titulados.

Una vez procesadas las encuestas, la información obtenida relativa a las preguntas relacionadas con la formación específica en el campo de la Electrónica de Potencia, junto con la experiencia docente/investigadora del grupo de profesores del GIDEP\_UVa, permitió establecer las competencias específicas que debe adquirir el alumnado que cursará asignaturas de la materia Electrónica de Potencia.

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

- **Etapa 2:** Una vez determinadas las competencias específicas que debe adquirir el alumnado que cursa asignaturas de la materia Electrónica de Potencia, los esfuerzos del grupo se centraron en el establecimiento de los objetivos de aprendizaje dentro de cada una de las competencias [9-11].
- **Etapa 3:** El esfuerzo del grupo en esta etapa se centro en lograr que el diseño de las guías docentes de las asignaturas del curso 2012-2013 de la materia Electrónica de Potencia, incluyeran las competencias específicas y los objetivos generales de aprendizaje derivados del trabajo realizado en las etapas 1 y 2. Para lo cual se realizó una labor de difusión interna de los resultados obtenidos a través de la plataforma Moodle.

### c) Resultados y conclusiones

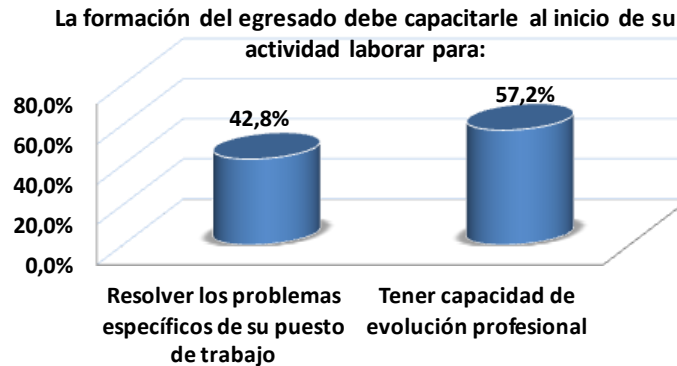
A continuación se muestran los resultados y conclusiones más relevantes que se desprenden del trabajo presentado en esta comunicación. En primer lugar analizamos los resultados y conclusiones de las encuestas realizadas a los profesionales del sector de la electrónica de potencia, es decir de la Etapa 1, de nuestro trabajo:

- En cuanto a la formación del titulado, los resultados de las encuestas muestran la importancia, ver figura 5, ya no sólo de capacitar al alumnado para resolver los problemas específicos de su puesto de trabajo sino, fundamentalmente, dotarles de técnicas que les permitan evolucionar profesionalmente, es decir “aprender a aprender”.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD



**Figura 5.** Capacitación del recién egresado.

- Respecto al tipo de formación, consideran en el mismo plano de importancia la formación teórica, la práctica y la orientada hacia la realización y/o gestión de proyectos, figura 6. Estos resultados deben de ser tenidos en cuenta en la planificación de las asignaturas así como en el establecimiento de los aspectos metodológicos y de evaluación.



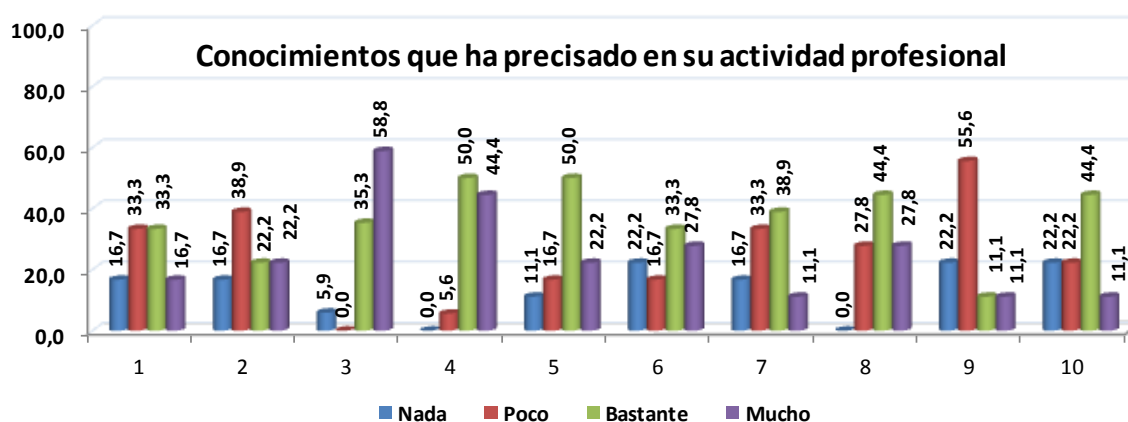
**Figura 6.** Tipo de formación que los profesionales encuestados consideran necesaria.

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

- En cuanto a los resultados correspondientes al grado que estiman han precisado en su desempeño profesional los bloques temáticos propuestos, los resultados se muestran en la figura 7.



1. Topologías de convertidores, 2. Control de convertidores, 3. Comprensión de características o especificaciones técnicas, 4. Fundamentos de las aplicaciones industriales, 5. Dispositivos de potencia, 6. Diseño asistido por ordenador, 7. Redes y sistemas eléctricos de potencia, 8. Máquinas eléctricas (generadores, motores, transformadores), 9. Modelización de dispositivos/convertidores de potencia, 10. Manejo de programas de simulación.

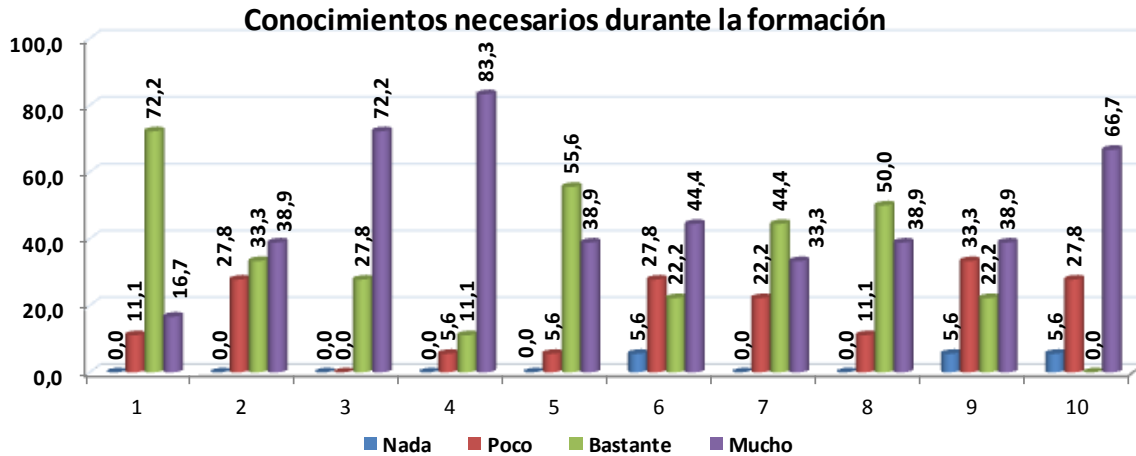
**Figura 7.** Conocimientos precisados en la actividad profesional.

- En la figura 8 se muestran los resultados correspondientes al grado que estiman necesario, que los recién egresados, conozcan los bloques temáticos propuestos

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD



1. Topologías de convertidores, 2. Control de convertidores, 3. Comprensión de características o especificaciones técnicas, 4. Fundamentos de las aplicaciones industriales, 5. Dispositivos de potencia, 6. Diseño asistido por ordenador, 7. Redes y sistemas eléctricos de potencia, 8. Máquinas eléctricas (generadores, motores, transformadores), 9. Modelización de dispositivos/convertidores de potencia, 10. Manejo de programas de simulación.

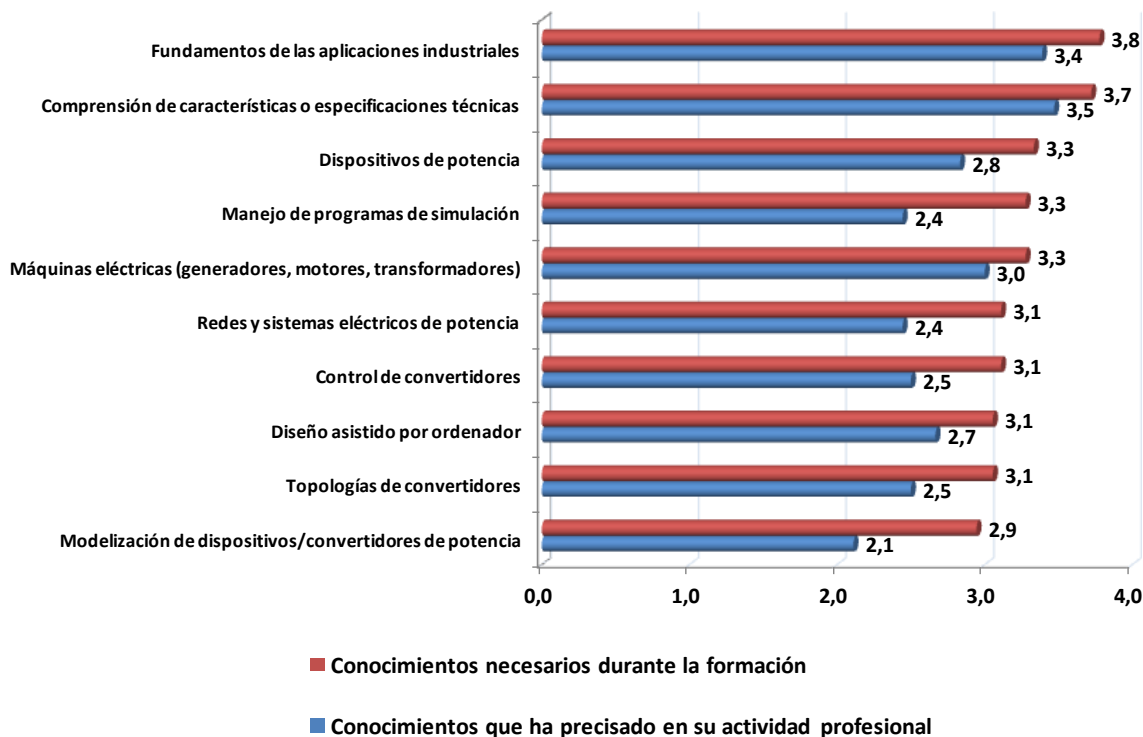
**Figura 8.** *Conocimientos precisados por el recién egresado.*

- De los resultados de las cuestiones relativas a los conocimientos que han precisado durante la realización de la actividad profesional combinados con los resultados obtenidos de los conocimientos temáticos que los profesionales de las empresas consideran que debe recibir el alumnado durante su formación en la universidad, figura 9, se deducen los contenidos temáticos que demandan actualmente las empresas del sector, figura 10, en una escala de 1 (muy poco) a 4 (mucho).

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD



**Figura 9.** Comparación entre los conocimientos que consideran necesarios en su formación y los precisados en su actividad profesional.

Destacamos en la figura 9 que el valor medio de los conocimientos que consideran necesarios en su formación es siempre superior al valor medio de su utilización en la actividad profesional.

Del análisis de la Figura 10 vemos como los conocimientos propuestos en la encuesta que podrían considerarse específicos de la materia: *Topologías y Control de convertidores, Comprensión de características o especificaciones técnicas, Fundamentos de las*

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

*aplicaciones industriales, Dispositivos de potencia, Diseño asistido por ordenador, Modelización de dispositivos/convertidores de potencia o Manejo de programas de simulación*, aunque reciben ponderaciones muy variadas, en conjunto, podrían considerarse como bastante necesarios. Estos conocimientos actualmente están incluidos entre las competencias específicas de las asignaturas de la materia y su mantenimiento en futuros estudios no parece discutirse en ningún caso. Los contenidos relativos a *Redes y sistemas eléctricos de potencia, Máquinas eléctricas (generadores, motores, transformadores)* que podrían apreciarse como colaterales o no estrictamente específicos se imparten en la actualidad en otras materias y su mantenimiento en futuros estudios, como consecuencia del carácter interdisciplinar de la materia, tampoco parece discutirse en ningún caso.

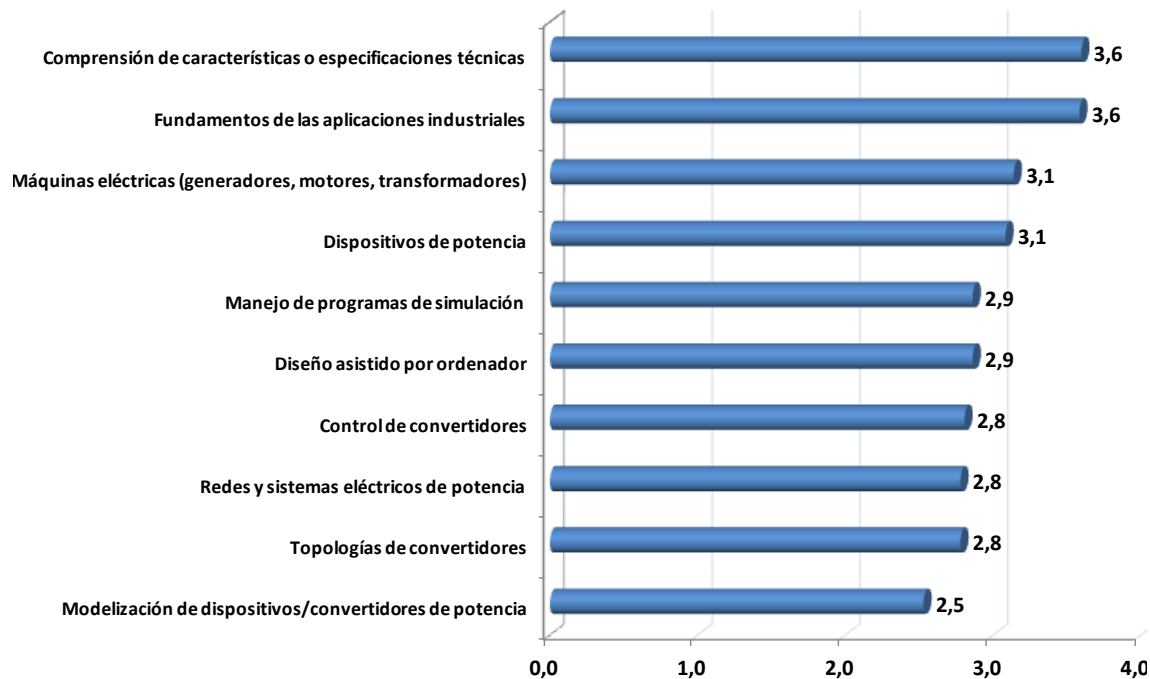
- En cuanto a los conocimientos específicos que, en un futuro próximo, consideran necesarios y que por consiguiente se entiende que deberían recibir también los titulados, destacan los siguientes aspectos:
  - i. Los conocimientos que se demandan no sólo afectan a la Electrónica de Potencia, sino en muchos casos a otras materias. Como comentario a este punto indicar que no debemos de olvidar que estamos ante una materia muy interdisciplinar, que necesita de contenidos tratados en materias de las áreas de Electricidad (sistemas eléctricos, redes, máquinas), Electrónica (electrónica analógica, instrumentación, electrónica digital), Control..., etc. Sin embargo, su formación se produce normalmente dentro de un solo área y con escasa coordinación entre el resto, creemos que esto es la fuente de muchos de los

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

problemas de formación en esta materia (repetición de contenidos o en el peor caso lagunas formativas).



**Figura 10.** *Conocimientos temáticos que demandan las empresas del sector.*

- ii. Como conocimientos específicos de E.P., necesarios en un futuro próximo, se hace especial énfasis en:
  - a. La actualización de las herramientas de simulación.
  - b. El tratamiento de las nuevas técnicas de control digital de convertidores de potencia.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI





## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

- c. Las nuevas aplicaciones industriales, como por ejemplo, la electrónica de potencia aplicada a la movilidad eléctrica (VH), a las energías renovables, al transporte de energía (FACTS), etc.
  - d. Los dispositivos de potencia basados en nuevos materiales (CSi).
  - e. Nuevas topologías de convertidores (Multinivel, HERIC, H5, etc).
- Algunas conclusiones que se extraen de los comentarios y que condicionan la forma de establecer las asignaturas son:
    - i. La necesidad de una sólida formación en conceptos básicos, ya que son la clave que permiten, posteriormente, ampliar los conocimientos en el ejercicio de la actividad profesional. *“Una buena formación teórica permite extrapolar soluciones particulares a otras más generales y viceversa e incluso a otros ámbitos de la ingeniería”*
    - ii. La necesidad de ampliar la formación práctica, fomentando el desarrollo de proyectos. *“Las clases se deberían enfocar más desde un punto de vista práctico enseñando al alumno los conceptos con experimentos reales y posteriormente, una vez asimilados los conceptos, emplear las matemáticas para modelizarlos”, “un Ingeniero debería salir de la Universidad con las ideas muy claras a la hora de estudiar, planificar y realizar un proyecto (sea cual sea)”, “La formación práctica es escasísima resultando imprescindible sobre todo en el área del desarrollo”*. El uso de metodologías docentes como el ABP, puede ser una forma excelente de cubrir esta necesidad.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

- iii. Fomentar el contacto Universidad-Empresa. *“Incidir sobre la importancia de la formación práctica del alumno del Master, de forma preferible en contacto con empresas del sector”*.
- iv. Aumentar dentro de las ingenierías la formación orientada hacia la gestión empresarial y comercial. *”el mercado laboral demanda muchos ingenieros con “espíritu” comercial y un alto contenido técnico... potenciar ciertas habilidades básicas, como la capacidad de “conectar” con el cliente, comunicar, asesorar, negociar, gestionar o capear el temporal cuando las cosas van mal”*.

Una vez analizados los conocimientos que los profesionales del sector consideran necesarios en la actualidad, en el futuro y en la formación a recibir por el alumnado en la materia Electrónica de Potencia, y teniendo en cuenta la experiencia en la formación del profesorado del GIDEP\_UVa, se establecieron las competencias específicas que debería adquirir el alumnado de la materia. Estas se muestran en la Tabla II.

Si tenemos en cuenta que la materia Electrónica de Potencia, en la UVa, se impartirá en diferentes titulaciones y en cada una de ellas, la materia, se divide en distintas asignaturas de diferente tipo, ver Tabla I, se complica la tarea de establecer los objetivos de aprendizaje específicos en cada asignatura. Bajo esta consideración se establecieron los principales objetivos para cada una de las competencias específicas. Es decir, nuestra finalidad no fue establecer los objetivos de aprendizaje de cada asignatura, sino establecer unas pautas que permitan definir posteriormente, en cada asignatura, los contenidos y los objetivos de aprendizaje. A continuación, abordamos los objetivos generales de la materia, es decir los resultados obtenidos

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

en la Etapa 2 del trabajo mostrado en esta comunicación, clasificados en función de las competencias específicas (CE) de la misma. También mostramos algunos comentarios realizados por los encuestados que consideramos de interés.

**Tabla II:** *Competencias específicas que debe adquirir el alumnado de la materia.*

Competencias Específicas
✓ Reconocer los principales dispositivos semiconductores empleados en electrónica de potencia, expresar sus características principales y evaluar sus rangos de utilización.
✓ Analizar y modelar las principales topologías de los convertidores de potencia.
✓ Analizar las principales técnicas de control de convertidores de potencia
✓ Esquematisar las principales especificaciones técnicas que permiten definir a los convertidores comerciales y seleccionar el más adecuado para cada aplicación.
✓ Analizar, desde el punto de vista de la Electrónica de Potencia, las principales aplicaciones industriales donde se utilicen convertidores de potencia y seleccionar el más apropiado para cada aplicación.
✓ Revisar los conceptos fundamentales de las principales máquinas eléctricas empleadas en aplicaciones de electrónica de potencia (Transformador, Motor de CC, Motor de CA).
✓ Revisar los conceptos fundamentales de los sistemas eléctricos de potencia.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

1. Competencia Específica: ***Reconocer los principales dispositivos semiconductores empleados en electrónica de potencia, expresar sus características principales y evaluar sus rangos de utilización.***
  - a. Analizar los dispositivos electrónicos de potencia que actualmente son más utilizados: Diodos de potencia, Tiristores, GTO's, IGCT, IGBT's y MOSFET. Módulos Inteligentes de Potencia.
  - b. Analizar las características estáticas/dinámicas y sus principales parámetros.
  - c. Determinar las pérdidas potencia y su relación con el régimen térmico del dispositivo.
  - d. Establecer las técnicas de protección de los dispositivos.
  - e. Analizar las principales características de los drivers de puerta de los dispositivos.
  - f. Comparar las características (frecuencia, energía..) de los diferentes dispositivos y establecer sus rangos de utilización.
  - g. Describir las tendencias futuras de los dispositivos de potencia, nuevos dispositivos de potencia...

*“Conocimiento en profundidad de los semiconductores de potencia, en lo que se refiere a su constitución interna desde el punto de vista conceptual, sin entrar en mucha profundidad en los aspectos constructivos de capas internas a nivel de silicio (dopajes, flujos de electrones y huecos etc...) pero sí enfatizando en los elementos constructivos básicos y los elementos semiconductores parásitos (diodos, tiristores...)”*

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

*“Modos de fallo de los semiconductores de potencia. Esta área es la que más exige del ingeniero, ya que las topologías son bien conocidas, pero los fallos se suelen producir por descuidos bien en el diseño ó en la puesta en práctica, por lo que es muy importante conocer los modos de fallo de los semiconductores de potencia. Por supuesto no sólo a nivel teórico sino a nivel práctico, enseñando a los alumnos diferentes tipos de fallo con ejemplos reales...”*

2. Competencia específica: **Analizar y modelar las principales topologías de los convertidores de potencia.**
  - a. Analizar las principales convertidores electrónicos de potencia:
    - i. Conversión CA/CA: Reguladores de tensión y cicloconvertidores de conmutación natural (NCC).
    - ii. Convertidores AC/DC: No controlados, controlados y semicontrolados. Monofásicos y polifásico (fundamentalmente trifásicos). Rectificadores PWM.
    - iii. Convertidores DC/DC: Elevadores, Reductores y Elevadores reductores. Topologías con y sin aislamiento.
    - iv. Convertidores DC/AC: Topologías en dos niveles y multinivel.
  - b. Introducir nuevas topologías de convertidores de aplicaciones específicas, como por ejemplo: las de aplicaciones en inversores fotovoltaicos (HERIC, H5...), topologías

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

SEPIC (Single-Ended Primary-Inductor Converter) o bidireccionales en conversión DC/DC, topologías rectificadoras como la viena...

*“Centrar el estudio de las topologías a situaciones reales, con comportamientos normales dentro de la industria y dentro de rangos de potencia comunes.”*

*“Hay que conocer las principales tanto en monofásica como en trifásica. No se pueden enumerar todas: Correctores de factor de potencia (monofásicos y trifásicos, Fuentes de alimentación tipo Flyback, DC/DC de todos los tipos (Step Down, Step up, SEPIC), Convertidores resonante, Inversor Trifásico, Statcom, Rectificadores (no controlados, semicontrolados y totalmente controlados). Control de fase monofásico y trifásico. Convertidores Matriciales”*

### 3. Competencia específica: **Analizar las principales técnicas de control de convertidores de potencia.**

- a. Analizar las técnicas de control escalares.
- b. Analizar las técnicas de control vectoriales.
- c. Relacionar las partes específicas de los dispositivos digitales (DSP's, dsPIC's,..) que permiten el control de los convertidores de potencia.
- d. Explicar las relaciones entre topología, control y función de los convertidores de potencia.

*“El conocimiento de la teoría del control también es fundamental, pero no sólo el control analógico y la transformada de Laplace sino también el control digital y la transformada*

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

z. *Se debe de saber perfectamente analizar la estabilidad de un sistema y la metodología de trabajo para obtener la respuesta en frecuencia y el margen de fase en un sistema de control”.*

*“Hay que tener las nociones básicas de todos los bloques que se utilizan en el control de la electrónica de potencia (realimentación, bloques PI)), pero sobre todo los relacionados con las transformaciones de Park y de Clarke (paso de sistema trifásico a una sola variable (sistema dq)). Esto debería ser una exigencia fundamental acompañada de prácticas con simulador. El alumno debería de conocer de forma obligatoria estas herramientas”*

4. Competencia específica: ***Esquematizar las principales especificaciones técnicas que permiten definir a los convertidores comerciales y seleccionar el más adecuado para cada aplicación.***
  - a. Examinar los convertidores de potencia desde un punto de vista no de diseñador, sino como elemento integrado dentro de un sistema. Para lo cual es necesario analizar las especificaciones técnicas que definen a cada convertidor de potencia comercial.
  - b. Describir las características de los elementos de protección y auxiliares que acompañan a un convertidor industrial y que gracias a ellos se establece su uso fiable en la industria.
5. Competencia específica: ***Analizar, desde el punto de vista de la Electrónica de Potencia, las principales aplicaciones industriales donde se utilicen convertidores de potencia y seleccionar el más apropiado para cada aplicación.***

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

- a. Analizar las principales aplicaciones industriales de la Electrónica de Potencia:
  - i. Aplicaciones referentes al control de motores DC y AC (Trenes de laminado, Transporte pesado,...).
  - ii. Aplicaciones referentes a sistemas de movilidad eléctrica (cargadores de baterías, control de motores en VH...)
  - iii. Aplicaciones industriales referentes a sistemas de soldadura eléctrica, control de temperatura, control de iluminación, calentamiento por inducción.
  - iv. Sistemas HVDC (High Voltage Direct Current).
  - v. Sistemas FACTS (Flexible Alternating Current Transmission Systems).
- b. Realizar actividades de diseño y desarrollo de sistemas avanzados de electrónica de potencia y máquinas eléctricas aplicados a la generación, almacenamiento, distribución y transmisión de energía, a la tracción, a las energías renovables y a la electrónica industrial.

*”Analizar no ya el funcionamiento específico y al detalle de cada convertidor, pero si tener clara la funcionalidad de cada uno”*

6. Competencia específica: ***Revisar los conceptos fundamentales de las principales máquinas eléctricas empleadas en aplicaciones de electrónica de potencia (Transformador, Motor de CC, Motor de CA).***
  - a. Revisar el modelo del transformador.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI





## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

- b. Revisar el modelo del motor de CC.
- c. Revisar el modelo del motor de CA.

*“Interfaz con la carga. Hay que conocer muy bien sobre todo las máquinas de inducción y las síncronas tanto en modo motor como generador, ya que los de DC (aunque tb. hay que conocerlos) son más sencillos de controlar. Para ello es imprescindible el conocimiento de la teoría de fasores espaciales y su aplicación práctica”*

### 7. Competencia específica: **“Revisar los conceptos fundamentales de los sistemas eléctricos de potencia.”**

- a. Revisar las definiciones de valores medios y eficaces.
- b. Revisar conceptualmente el desarrollo de Fourier.
- c. Revisar las definiciones específicas de sistemas trifásicos: Representación vectorial sistema trifásico, Relación entre magnitudes de línea y de fase en sistemas equilibrados, conversión estrella-triángulo.
- d. Revisar la definición de potencia (activa, reactiva, aparente) y factor de potencia. Cálculo de potencias en señales con armónicos.

*“Interfaz con la red eléctrica, conocimiento y tratamiento de los armónicos. Es imprescindible conocer de dónde provienen los armónicos (cargas no lineales) y qué es el factor de potencia”.*

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

-----

*“Funcionamiento del sistema eléctrico. Se debería conocer cómo está realizada la red eléctrica desde la generación hasta el consumo pasando por toda la red de transporte y distribución. Fuentes de inestabilidad de la red y cómo evitarla”*

Evidentemente, los objetivos anteriormente expuestos pueden considerarse excesivamente ambiciosos y su anclaje metodológico, en su totalidad, no parece fácil a pesar de que dicha formación debe implantarse en el grado, en el máster y en el doctorado. No obstante, cómo se ha indicado anteriormente, no se pretende abordar la estructuración de los programas de las distintas asignaturas, sino el establecimiento de las pautas que permitan la mejor aproximación posible a los objetivos completos que definen cada competencia. La exposición de objetivos tiene más bien el sentido de guía panorámica para evitar duplicidades y adecuar contenidos en la forma más óptima posible.

En cuanto a los resultados obtenidos en la etapa 3 del trabajo presentado en esta comunicación se plasman en el diseño de las guías docentes de las asignaturas, de la materia electrónica de potencia, que se impartirán durante el curso 2012-2013. Estas asignaturas son Electrónica de Potencia (EP) de tercer curso en el grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática y Electrónica de Potencia para Aplicaciones en Sistemas Eléctricos (EPASE) de tercer curso del grado de Ingeniería Eléctrica.

### 8. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de los diferentes profesionales que han participado en la encuesta, sus opiniones han hecho posible este trabajo, y al Vicerrector de Docencia de la UVa por el apoyo prestado.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

### 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] “Competencias y habilidades del alumnado egresado de la Universidad de Alicante. La visión de los empleadores”. Vicerrectorado de Planificación Estratégica y Calidad, Mayo 2010. <http://web.ua.es/va/vr-peq/documentos/utc/informe-ocupadors.pdf>

[2] Carlos J. van der Hofstadt Román, José María Gómez Gras. “Competencias y habilidades profesionales para universitarios”. Díaz de Santos, 2006. ISBN: 84-7978-796-1.

[3] Agustín Cernuda, Candi Luengo, A. Belén Martínez, Miguel Riesco, Daniel F. Lanvín, Jose E. Labra, Marián D. Fondón, Jose Manuel Redondo. “Definición de competencias específicas y genéricas del Ingeniero en Informática”. Aula Abierta, Revista del Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo. 2006.

[4] Carlos Marcelo García. “Definición de competencias genéricas y específicas de las titulaciones”. [http://www.psico.uniovi.es/Fac\\_Psicologia/paginas\\_EEEs/competencias/Def-compete-gener-especi.pdf](http://www.psico.uniovi.es/Fac_Psicologia/paginas_EEEs/competencias/Def-compete-gener-especi.pdf)

[5] R. E. Terry; J. N. Harb; W. C. Hecker and W. V. Wilding, Definition of Student Competencies and Development of an Educational Plan to Assess Master Level, International Journal of Engineering Education, Vol 18(2), 2002, pp. 225-235.

[6] Carlos Zarzar Charur. “La definición de objetivos de aprendizaje. Una habilidad básica para la docencia”. Perfiles Educativos. Enero-Marzo 1994, nº 63. Universidad Nacional Autónoma de México.

[7] Martínez Naharro, Susana[1]; Bonet Espinosa, Pilar[2]; Cáceres González, Pilar[2]; Fargueta Cerdá, Fernando[2]; García Felix, Eloïna[2]. Los objetos de aprendizaje como recurso de calidad para la docencia: criterios de validación de objetos en la Universidad Politécnica de Valencia.

[8] Martínez Navarro, Susana y otros. “Los objetos de aprendizaje como recurso de calidad para la docencia: criterios de validación de objetos en la Universidad Politécnica de Valencia”. IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Recursos Educativos Reutilizables (SPEDECE2007). Bilbao. Septiembre 2007.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

[9] L. C. Herrero, F. Pardo, M.L. Fernando, M.L. González, “ REFLECTIONS AND CONCLUSIONS ON THE WORK DEVELOPED BY THE GROUP OF TEACHING INNOVATION IN ELECTRONICS AT THE UNIVERSITY OF VALLADOLID”, Journal of Technology and Science Education, JOTSE, Vol :1 (2), 2011, pp 3-15. ISSN 2013-6374; DOI: 10.3926/jotse.2011.21.

[10] F. Martínez; L. C. Herrero and S. De Pablo, Project-Based Learning and Rubrics in the Teaching of Power Supplies and Photovoltaic Electricity, IEEE Transactions on Education, Vol 54(1), 2011, pp. 87-96.

[11] M. L. González, L.C. Herrero, F., Pardo, M., Fernando Análisis, estudio e implementación de métodos docentes, de evaluación y de coordinación en asignaturas de la titulación I.T.I. Esp. Electrónica Industrial. Universidad de Valladolid ISBN 978-84-694-1988-5

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI