



PROPUESTA DE COMPETENCIAS DE EGRESO EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UCR

Autor(es) y Revisor(es):
Prof. Juan Luis Crespo Mariño, Dr. Ing.
Prof. Mariana Barrantes, Ing.
Prof. Mauricio Espinoza, Ing.
Prof. Randolph Steinvorth, Ph. D.
Prof. Teodoro Willink, M. Sc.
Prof. Lochi Yu, Ph. D.

San Pedro, a 22 de abril de 2014



REGISTRO DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

Ver.	Rev.	Fecha	Editor	Comentarios
1	0	14/05/13	JLCM	Primera versión del documento
2	0	15/06/13	JLCM	Segunda versión, incluyendo cambios sugeridos por Teodoro Willink, Lochi Yu, Mariana Barrantes y Randolph Steinvorth
3	0	24/08/2013	JLCM	Tercera versión, incluyendo la propuesta de competencias profesionales escrita por Mauricio Espinoza
3	1	7/02/2014	JLCM	Versión refundida y estructurada, con base en las aportaciones del grupo de trabajo
3	2	16/02/2014	JLCM	Versión corregida con base en las anotaciones de Randolph Steinvorth y los comentarios de Teodoro Willink
3	3	22/04/2014	JLCM	Versión corregida con base en las anotaciones y los comentarios de Orlando Arrieta



ÍNDICE

Registro de Cambios del Documento	2
1 INTRODUCCIÓN. NATURALEZA Y OBJETIVO DEL DOCUMENTO	4
2 RELACIÓN PROPUESTA DE COMPETENCIAS	7
3 REFERENCIAS	12



1 INTRODUCCIÓN. NATURALEZA Y OBJETIVO DEL DOCUMENTO

Dentro de las acciones de mejora continua que la EIE lleva a cabo como elemento fundamental de su proceso de acreditación por parte del Canada Engineering Accreditation Board (CEAB), una de las más importantes de cara a la visita de reacreditación que se efectuará en Mayo del presente año por parte de evaluadores canadienses, es la construcción de una estrategia, de un plan asociado, y la muestra de resultados preliminares, en el proceso de adaptación del plan de estudios de la titulación al paradigma de educación por competencias.

Para ello, desde la Comisión de Acreditación de la EIE se diseñó una estrategia basada en dos etapas: en una primera etapa, se trataba de divulgar entre la comunidad de la EIE el concepto de educación por competencias, tanto desde un punto de vista genérico, como de la presentación y análisis de casos prácticos y experiencias de éxito. Estos fueron los contenidos de las Jornadas de Educación por Competencias en Ingeniería Eléctrica, que se celebraron en las fechas 13 y 20 de Marzo, y 3 de Abril de 2013.

Otro resultado adicional de dichas jornadas, que se pretendía como punto de partida para la segunda etapa del plan, era la constitución de un equipo de trabajo que llevara a cabo una experiencia piloto de adaptación de programas de cursos al enfoque por competencias. La actividad desarrollada por este grupo, aunque se constituye por varias tareas complementarias entre si, ha tenido como primer objetivo prioritario la definición de un conjunto de competencias de egreso propias de la carrera.

Las competencias han sido clasificadas de forma diversa por numerosos autores. En el caso del proyecto piloto de la EIE, se utilizaron fundamentalmente dos fuentes: por una parte, y como elemento guía para el proceso inicial, se tuvo en cuenta la clasificación, conocida y aceptada entre la comunidad profesional educativa, que divide las competencias en tres categorías:



- Genéricas: Aquellas que, debiendo ser adquiridas y manejadas por cualquier profesional de nivel universitario, no se refieren a los contenidos propios de la titulación.
- Transversales: Aquellas que, debiendo ser adquiridas y manejadas por cualquier profesional de la titulación a considerar, así como de sus áreas afines, no se refieren a los contenidos propios de la misma.
- Específicas: Aquellas que se refieren a aspectos específicos y de conocimiento propios de la titulación a considerar.

Cabe destacar el hecho de que esta clasificación no es completamente EXCLUSIVA en lo que se refiere a las categorías mencionadas (pudiendo, por ejemplo, existir competencias para las que surja la duda si deben ser consideradas, por ejemplo, genéricas o transversales, o incluso pueda existir la duda entre, por ejemplo, transversales o específicas). Al respecto, se decidió usar el siguiente criterio para la definición de cada competencia:

- Entenderemos por competencias genéricas de la titulación aquellas que forman parte de la relación identificada en el trabajo final de graduación titulado *“Desarrollo de competencias laborales genéricas en estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica y su abordaje desde la Orientación”* y realizado por los estudiantes de Educación de la UCR Vanessa Barquero Barboza, Erika Espinoza Bolaños, Jorge Monge Solís, Mauricio Navarro Bulgarelli y Orlando Valerio Blanco [1].
- Entenderemos por competencias transversales aquellas que, no figurando en la relación correspondiente al punto anterior, y que no tengan un componente de conocimiento exclusivamente eléctrico, se definan al respecto. Esta definición ha surgido motivada (ya que otros enfoques sólo aluden a genéricas y específicas) por el hecho de que hay competencias que se desean incorporar a la relación de competencias de la EIE, pero no son específicas de Ingeniería Eléctrica, y tampoco se desea modificar el cuerpo de competencias genéricas ya establecido en el estudio anteriormente citado.



- Entenderemos por competencias específicas aquellas que, habiéndose definido por medio de los mecanismos descritos a continuación en este documento, tengan una clara e inequívoca orientación a contenidos propios del área de ingeniería eléctrica.

Por otra parte, se ha usado también como elemento guía¹ para la elaboración de esta relación de competencias, las competencias definidas por CEAB en su modelo de acreditación [2]. En este caso, las competencias (denominadas “atributos” en la terminología de CEAB) corresponden a 12 términos, cada uno de ellos con sus correspondientes descriptores, que se citan a continuación:

Knowledge base (BASE DE CONOCIMIENTOS)	Use of engineering Tools (USO DE HERRAMIENTAS DE INGENIERIA)	Impact of engineering on society and the environment (CONSIDERACION DEL IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL DE LA PROFESION)
Problem analysis (ANALISIS DE PROBLEMAS)	Individual and team work (TRABAJO INDIVIDUAL Y EN EQUIPO)	Ethics and equity (ETICA Y EQUIDAD)
Investigation (INVESTIGACION)	Communication skills (HABILIDADES DE COMUNICACIÓN)	Economics and project management (GESTION DE PROYECTOS Y HABILIDADES DE INDOLE ECONOMICA)
Design (DISEÑO)	Professionalism (ACTITUD PROFESIONAL)	Life-long learning (APRENDIZAJE CONTINUO)

Tabla 1 Atributos definidos por CEAB en su modelo (Traducción propia)

La primera fase correspondió a un estudio de una serie de documentos, que comprenden, adicionalmente al trabajo de graduación antes mencionado, los informes de los proyectos Innova CESAL [3], el proyecto 6x4 UEALC “Propuestas y Acciones Universitarias para la Transformación de

¹ No obstante, esta consideración de los ejes de CEAB se realizó sólo después de identificar, “en bruto”, las competencias que se consideraba debía tener un Ingeniero Eléctrico de la EIE.



la Educación Superior en América Latina” [4], el Proyecto ALFA MIRROR “Development of a reference model for comparison and recognition of engineering programmes” [5], así como los “Libros Blancos” de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) de España (en sus versiones de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Telecomunicaciones²) [6].

Como resultado de esta revisión bibliográfica, cuyos resultados fueron “refinados” y contextualizados en sucesivas reuniones del equipo de trabajo, se obtuvo un conjunto de competencias “en bruto”. Esto es, un conjunto de conocimientos, habilidades, aptitudes y actitudes que todo Ingeniero formado en la EIE debe poseer, aunque expresadas con diferentes formatos y grados de detalle.

Posteriormente, se decide en reunión del equipo de trabajo la adopción de un marco formal para la relación de competencias de la EIE. Dicho marco formal utilizará las 12 categorías propuestas por CEAB, a la que se añadirá una categoría adicional relativa a aspectos específicos de la titulación de Ingeniería Eléctrica. Como descriptores para cada una de las competencias, se utilizarán expresiones que pueden haber sido tomadas de las correspondientes de CEAB, o bien del conjunto definido por el equipo de trabajo, bien procedentes directamente de la bibliografía, o bien redactadas “ad hoc” para este documento.

2 RELACIÓN PROPUESTA DE COMPETENCIAS

A continuación se presenta la relación de competencias que se propone para la titulación de Licenciatura en Ingeniería Eléctrica de la UCR. Como se comentó anteriormente, consta de 12 competencias que se relacionan de manera directa con los 12 atributos de graduados definidos por CEAB donde, para cada atributo, existe una serie de descriptores que la definen. Dichas competencias resultan definidas de forma más amplia que las correspondientes de CEAB pues, a los descriptores definidos por la agencia canadiense para cada uno de ellos, incorpora otros que fueron considerados necesarios por parte del equipo que ha elaborado dicha relación, y que se refieren a aspectos propios de la titulación o del contexto.

² Hasta el momento de la puesta en marcha de las directrices del “Proceso de Bolonia”, en España el término “Ingeniería Industrial” agrupaba a una importante cantidad de titulaciones de ingeniería, que se presentaban como “especialidades” (Así se hablaba de, por ejemplo “Ingeniero Industrial especialista en... Ingeniería Eléctrica/ Mecánica/ Electrónica/ Química...”) Los estudios de Ingeniería en Telecomunicaciones estaban fuera de esta nomenclatura. Por ese motivo se han utilizado los libros de ANECA correspondientes.



Adicionalmente, se ha añadido una competencia que se refiere a aspectos específicos de la titulación, por considerarse que no estaban suficiente o adecuadamente representados en las categorías previas.

- **BASE DE CONOCIMIENTOS**

- Recuerda y describe conocimientos fundamentales de las ciencias naturales y exactas (Matemáticas, Física, Química).
- Sabe seleccionar las herramientas y metodologías apropiadas para resolver problemas en ciencias naturales y exactas, así como justificar dicha selección con base en los conocimientos de la materia.
- Comprende y aplica conceptos básicos de Ingeniería (en general).
- Comprende y aplica conceptos básicos de Ingeniería Eléctrica.

- **ANÁLISIS DE PROBLEMAS**

- Entiende el planteamiento de un problema, en el sentido de dividirlo en sus constituyentes e identificar las relaciones entre ellos.
- Realizar modelos matemáticos y de simulación de los problemas estudiados.
- Identificar fallos y posibles áreas de mejora en sistemas propios de cada área de especialidad.
- Ser capaz de encontrar información relevante sobre los problemas objeto de estudio y ser capaz de valorar el estado del arte antes de acometer la solución de un problema dado.
- Aplicar conocimientos de Ingeniería Eléctrica para el análisis de problemas multidisciplinarios en entornos industriales, científicos, académicos y de interés para la comunidad, entre otros.

- **INVESTIGACIÓN**

- Identificar aquellos problemas dentro de la Ingeniería Eléctrica que necesitan investigación especial, bien por su novedad o por su difícil resolución.
- Realizar la búsqueda de información necesaria sobre las soluciones propuestas con anterioridad y ser capaz de realizar un análisis crítico de las mismas.



- Plantear proyectos de investigación, especificando los resultados esperados de forma concreta y planteando adecuadamente objetivos general y específicos, alcance, limitaciones y enfoque metodológico.
- Diseñar y realizar experimentos para la resolución de los proyectos de investigación.
- Aplicar los conocimientos de Ingeniería Eléctrica para ayudar a la resolución de proyectos de investigación multidisciplinarios.

- **DISEÑO**

- Plantear y redactar especificaciones de diseño de sistemas y dispositivos en el ámbito de la ingeniería.
- Diseñar sistemas con aplicabilidad a las comunicaciones, al control, la instrumentación, la automatización industrial, la energía eléctrica, máquinas eléctricas y la electrónica de potencia.
- Combinar efectivamente los conocimientos de la especialidad para participar en la elaboración de propuestas de abordaje a problemas multidisciplinarios en entornos industriales, científicos, académicos y de interés para la comunidad, entre otros.
- Diseñar y programar los elementos de software necesarios para implementar las soluciones propuestas.

- **USO DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA**

- Usar sistemas de diseño y modelado asistido por computador propias de las diferentes áreas de conocimiento que constituyen la Ingeniería Eléctrica.
- Conocer y utilizar herramientas informáticas de propósito general como usuario avanzado.
- Usar herramientas informáticas para el análisis de la información y para la ayuda a la resolución de problemas de ingeniería.
- Desarrollar herramientas avanzadas para la realización de tareas relacionadas con la especialidad.
- Conocer, utilizar y configurar sistemas informáticos en red.

- **TRABAJO INDIVIDUAL Y EN EQUIPO**

- Ser capaz de adaptarse a trabajar en distintas y variadas situaciones y con personas o grupos diversos.



- Demostrar habilidad para trabajar en equipo, tanto mediante la dirección de un grupo (estableciendo objetivos claros, delegando adecuadamente responsabilidades a los demás componentes del equipo y dando seguimiento a la evolución del proyecto y anticipando posibles cambios en el escenario del mismo) como asimismo miembro regular de equipos, coaborando en la consecución de las metas comunes de un equipo de trabajo.
 - Demostrar confianza en las propias posibilidades, conocimientos, decisiones o puntos de vista, dentro de las áreas de incumbencia.
 - Planificar y organizar el tiempo, combinando adecuadamente sus recursos materiales y personales, estableciendo prioridades adecuadamente.
- **HABILIDADES DE COMUNICACIÓN**
 - Redactar estudios, informes, y otros trabajos documentales relacionados con la especialidad, y con la esfera profesional en general.
 - Expresar de forma adecuada las soluciones propuestas, incluyendo los elementos necesarios en cada caso: planos, esquemas, tablas, formulas, referencias bibliográficas, entre otros.
 - Expresarse oralmente en forma adecuada, demostrando seguridad y comprensión y conocimiento del contexto, la audiencia, la materia y los objetivos de la comunicación.
 - Demostrar conocimiento de, al menos, otra lengua de interés profesional, aparte del español.
- **ACTITUD PROFESIONAL**
 - Demostrar adaptabilidad al cambio, iniciativa, tolerancia a la presión, autocontrol, capacidad de innovar.
 - Planificar, coordinar y desarrollar tareas complejas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.
 - Analizar cualitativamente y cuantitativamente el funcionamiento y mejora de los procesos y personas a su cargo.
 - Trabajar en un entorno internacional con respeto de las diferencias culturales, lingüísticas, sociales y económicas.



- **CONSIDERACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL DE LA PROFESIÓN**
 - Conocer y aplicar adecuadamente la normativa técnica y legal aplicable a cada proyecto de forma particular o genérica.
 - Conocer y aplicar adecuadamente la normativa y métodos de higiene en el trabajo y de prevención de riesgos laborales.
 - Tener en cuenta los efectos medioambientales, culturales y sociales en cada una de las soluciones diseñadas.
 - Conocer el entorno social y cultural a nivel nacional, regional e internacional.
 - Conocer el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto social y demostrar conocimiento del desarrollo sostenible, así como de su necesidad.
- **ÉTICA Y EQUIDAD**
 - Demostrar integridad profesional, entendida como la actuación profesional coherente con sus valores y compromisos.
 - Conocer y aplicar la normativa existente para el ejercicio de las labores de ingeniería.
 - Conocer y aplicar los principios éticos profesionales, siendo especialmente riguroso en aquellos casos en que se pueda poner en peligro la seguridad de las personas.
- **GESTIÓN DE PROYECTOS Y HABILIDADES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**
 - Realizar valoraciones, tasaciones y peritaciones de equipo y proyectos propios del área de especialidad.
 - Presupuestar y seguir el coste de la implementación de las soluciones propuestas.
 - Demostrar conocimiento y comprensión de las técnicas de administración y dirección, tales como control del riesgo, y poseer conocimiento de sus limitaciones.
 - Capacidad de desarrollar ideas innovadoras, en todos los ámbitos de la profesión, y organizarlas de forma tal que sean explotables económicamente de forma autosostenible.
- **EDUCACIÓN CONTÍNUA**
 - Reconocer de la necesidad de un aprendizaje independiente a lo largo de la vida y tener la capacidad de realizarlo.



- Demostrar la capacidad de trazar planes de desarrollo personal, basados en un análisis de las capacidades y necesidades personales y del entorno profesional.
- **DISEÑO E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS RELACIONADOS CON LA INGENIERÍA ELÉCTRICA**
 - Modelar un sistema propio de la especialidad utilizando herramientas y metodologías de la ingeniería eléctrica. Este proceso comprende, entre otras, las siguientes subtarefas: Levantar los requerimientos y delimitar el problema, Diseñar y validar una solución al problema, Implementar la solución diseñada, Analizar una solución ya implementada, Corrección de errores que sean detectados durante el proceso.
 - Diseñar y analizar un sistema energético, de control, automatización, comunicaciones ó dispositivos electrónicos empleando conocimientos propios del área. Este proceso comprende, entre otras, las siguientes subtarefas: Levantar los requerimientos y delimitar el problema, Diseñar y validar una solución al problema, Implementar la solución diseñada, Analizar una solución ya implementada, Corrección de errores que sean detectados durante el proceso.

3 REFERENCIAS

[1] Vanessa Barquero Barboza, Erika Espinoza Bolaños, Jorge Monge Solís, Mauricio Navarro Bulgarelli y Orlando Valerio Blanco: *“Desarrollo de competencias laborales genéricas en estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica y su abordaje desde la Orientación”* Memoria de Seminario de Graduación para optar por el Grado de Licenciatura en Ciencias de la Educación con énfasis en Orientación. Universidad de Costa Rica, Abril 2010.

[2] Canadian Engineering Accreditation Board. Accreditation Criteria and Procedures 2012

[3] Proyecto Innova Cesal: en la web http://www.innovacesal.org/innova_public/

[4] Proyecto 6x4 UEALC: en la web <http://www.6x4uealc.org/site2008/indice.htm>

[5] Proyecto ALFA MIRROR: Accesible a través de <http://www.swas.polito.it/services/quafor/alfa/>

[6] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA): Accesible a través de <http://www.aneca.es>