

## Evaluación de competencias profesionales en la formación universitaria de ingenierías en informática

Carlos Gustavo López. Universidad de Buenos Aires | José Manuel Cabo Hernández y José Miguel Vilchez González. Universidad de Granada

Recepción: 21 de septiembre de 2015 | Revisión: 28 de septiembre de 2015 | Aceptación/Publicación: 5 de octubre de 2015

Correspondencia: glopez@fi.uba.ar

Citar: López, CG., Cabo Hernández, JM. y Vilchez González, JM. (2015). Evaluación de competencias profesionales en la formación universitaria de ingenierías en informática. *ReiDoCrea*, 4, 260-276. [<http://hdl.handle.net/10481/38089>]

**Resumen:** Un modelo universitario de enseñanza aprendizaje basado en competencias supone un reto que implica no solo una innovación metodológica en la práctica docente sino también tecnológica, por la utilización de entornos virtuales de aprendizaje diseñados de forma específica para el desarrollo de competencias a partir de tareas contextualizadas acordes con el perfil profesional que se está formando y, finalmente, de modificaciones en las herramientas y técnicas de evaluación. Se presenta en este artículo, en relación a la innovación en evaluación, el proceso de elaboración y validación por expertos de un instrumento de evaluación de competencias basado en el uso de rúbricas, a aplicar en formación universitaria de Ingeniería en Informática en Argentina. El diseño parte de la definición de las competencias y pasa por la validación de la rúbrica por parte de 10 expertos. Se ofrece como conclusión la rúbrica generada.

**Palabras clave:** Evaluación | Competencias del docente

### Evaluation of generic skills training in university computer engineering

**Abstrac:** A university teaching-learning model based on competences is a challenge that involves not only a methodological innovation in teaching but also technological, for the use of virtual learning environments designed specifically for skills development from contextualized tasks chords with the professional profile being formed and eventually changes in the tools and techniques of evaluation. The development and validation process is presented in this article, in relation to innovation in assessment by experts of a skills assessment tool based on the use of rubrics, to apply to university education in Computer Engineering in Argentina. The design part of the definition of powers and go through the validation of the heading by 10 experts. Heading generated is offered in conclusion.

**Keywords:** Evaluation | Teacher qualifications

Esta investigación se inició en el marco del Proyecto de Investigación UBATIC “Innovación Pedagógica vía TIC para la mejora de la calidad educativa en la FIUBA” (UBATIC 2011-2014). Resolución de Consejo Superior 3833/11. La investigación continúa en el Proyecto de Investigación UBATIC sobre “Diseño y Elaboración de material estandarizado para el desarrollo de habilidades sociales de comunicación” (UBATIC 2015-2016). Ambos financiados por la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad de Buenos Aires y dirigidos por Gustavo López.

## Introducción

Los denominados modelos basados en competencias no son una novedad reciente. En el ámbito laboral ya se recurría a ellos en los años 70 del siglo pasado, y a finales de los 80 suponían una apuesta de futuro.

La creación del Espacio Europeo de Educación Superior, a partir del año 2000, extiende los modelos basados en competencias a las titulaciones universitarias, con su reflejo en todo el mundo incluyendo el Espacio Latinoamericano de Educación Superior. Así, la Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente, de 18 de diciembre de 2006 (2006/962/CE), señala definitivamente como “marco de referencia” los sistemas basados en el desarrollo de competencias para toda la vida (Medina Rivilla, 2013).

El proyecto Tunning Latinoamérica (Beneitone y col., 2007) constata la extensión del modelo basado en competencias al continente americano tras los pasos de la Unión Europea y la OCDE; ha sido suficiente gestionar las evaluaciones externas desde el ámbito internacional para que los sistemas de enseñanza nacionales hayan confluído

hacia un proceso de reformas curriculares basadas en un modelo de enseñanza aprendizaje basado en competencias.

Queda para otro momento valorar si las reformas curriculares en las etapas universitarias y no universitarias responden a las necesidades de las personas o de las empresas que tienen que emplear a las personas, porque en el contexto de la educación superior no podemos dejar de desarrollar competencias profesionales, precisamente por el ajuste cada vez mayor de la enseñanza aprendizaje a la “empleabilidad”, por lo que estamos ajustando el currículo universitario a lo que las empresas demandan de sus trabajadores.

En el presente trabajo se ha tomado a las competencias genéricas como aquellas capacidades básicas, para la carrera de Ingeniería en Informática, que permiten desarrollar las competencias profesionales a partir de ellas.

No creemos necesario documentar la idea de que los sistemas de enseñanza son resistentes al cambio, y la de que toda reforma curricular implica un proceso de transformación; entre las presiones externas que los sistemas universitarios nacionales estarían recibiendo en este momento podemos destacar las siguientes (Salinas, 2004):

- Los cambios derivados del EEES y/o ELES.
- Los cambios propiciados por las TIC.
- Los cambios en el conocimiento.
- Los cambios en el ciudadano, en las necesidades de una persona formada, como persona “competente” en lo personal y en lo profesional.

El modelo de enseñanza aprendizaje basado en competencias puede entenderse como una alternativa a la situación actual. Rodríguez (2008) analiza los cambios derivados de sustituir un modelo basado en objetivos por otro basado en competencias, que ha de comenzar por el cambio metodológico implícito de un modelo que ha de centrarse en los estudiantes y en el diseño de situaciones de aprendizaje contextualizadas, complejas, dirigidas al desarrollo de capacidades, para su aplicación en la resolución de problemas, lo que a su vez provoca cambios en los sistemas de evaluación.

Pero no solo se trata de cubrir las innovaciones docentes que las competencias plantean para el diseño de las tareas y la evaluación de las mismas, sino que también hay que considerar innovador el diseño de las herramientas de seguimiento y evaluación del proceso continuo de desarrollo de las competencias (Neira y col., 2014).

Ligado a la sociedad del conocimiento y la información, es fácil referirse a la utilización de las TIC en las enseñanzas universitarias y su vinculación con el cambio docente implícito en cualquier reforma educativa. Este hecho se destaca tanto en el conjunto de reformas del sistema obligatorio como en la incorporación del crédito en el sistema universitario internacional como sistema de medida intercambiable del esfuerzo del estudiante, al menos en el Espacio Europeo de Educación Superior y en el Espacio Latinoamericano de Educación Superior.

Un modelo de aprendizaje basado en competencias lleva igualmente a la necesidad de contemplar diferentes contextos de las competencias profesionales que se intentan desarrollar desde las asignaturas universitarias, lo que, desde el aula, implica su consideración en ambientes virtuales de aprendizaje mediante, por ejemplo,

simulaciones. En consecuencia, debe existir un cierto grado de especificidad de las herramientas tecnológicas, pues las simulaciones están muy ligadas a contextos muy precisos como puede ser, por ejemplo, las simulaciones clínicas en ámbitos de la salud, muy diferentes a las de las ingenierías.

En conclusión, un modelo universitario de enseñanza aprendizaje basado en competencias supone un reto que implica no solo una innovación metodológica sino también la utilización de entornos virtuales de aprendizaje diseñados de forma específica para el desarrollo de competencias, a partir de tareas contextualizadas acordes con el perfil profesional que se está formando. Entornos de aprendizaje que deben permitir, además, la evaluación del desarrollo de estas competencias.

### **Entornos virtuales de aprendizaje**

No cabe duda de que uno de los hitos más importantes de la historia de la informática es la aparición de la World Wide Web, de la mano de Tim Berners-Lee, hacia 1989. Internet evolucionó y pasó a convertirse en el *cyber-espacio* (Berners-Lee 2002), palabra cuyo primer término deriva de *cybernetics* (del griego, *kybernētēs*), que significa “piloto”. Fue utilizada por primera vez en la novela de William Gibson “Neuromante” (1984), y en la actualidad se utiliza, según la Real Academia Española de la Lengua, para describir al “ámbito artificial creado por medios informáticos”. El *cyber-espacio* se ha ido transformando y ha llegado a constituir una extensión de la realidad física hasta llegar a ser considerado como un “lugar” en el cual pueden llevarse a cabo una cantidad innumerable de actividades humanas.

Los currículos actuales admiten la necesidad de aprovechar las facilidades brindadas por las TIC a los fines de la enseñanza, principalmente debido a las indudables ventajas didácticas que se han ido poniendo de manifiesto en diferentes trabajos de investigación. El software educativo posee características que resultan interesantes, tales como el acceso a todo tipo de información, la posibilidad de simular fenómenos y situaciones difíciles de observar en la realidad, la interactividad con el usuario, o la posibilidad de llevar a cabo un proceso de aprendizaje y evaluación individualizada (Pontes, 2005).

Según Pontes (2005) las ventajas que presentan las TIC en relación con las tres categorías de contenidos a cubrir en cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje son:

- Contenidos conceptuales. Facilitan el acceso a la información e influyen en el aprendizaje de conceptos.
- Contenidos procedimentales. El manejo de Internet estimula el desarrollo de destrezas intelectuales como la capacidad indagadora, el autoaprendizaje o la familiarización con el uso de las TIC.
- Contenidos actitudinales. El uso de programas interactivos y la búsqueda de información en Internet ayuda a fomentar la actividad de los alumnos durante el proceso educativo, favoreciendo el intercambio de ideas, la motivación y el interés por su aprendizaje.

Una verdadera revolución digital no sucede únicamente por la apropiación tecnológica; también requiere nuevos enfoques de trabajo, para lo que es necesario partir de una racionalidad tecnicista en cuanto a los modos de conocer y de aprender. Surge de este modo un proceso de adaptación que supone cambios en los modelos educativos, entre ellos la modificación de los escenarios en los que ocurre el aprendizaje que, en general, se denominan “entornos virtuales de aprendizaje” (EVA). Los EVA son aplicaciones informáticas que ayudan en el aprendizaje asistido por computadoras (e-

learning), cuya influencia en el proceso educativo varía en función del alcance y profundidad en la interacción e inmersión que se les brinde (Hung, 2002).

En consonancia con las tendencias constructivistas del aprendizaje, en las que el estudiante interactúa con todo su entorno desarrollándose en el medio y teniendo práctica en el contexto circundante (Sánchez, 2007), es de suma importancia tener en cuenta estas características durante el diseño de un EVA. Además, un EVA debe contemplar información detallada sobre el curso y datos para registro del estudiante.

Un tipo de EVA que destaca por su variada funcionalidad es la simulación, que proporciona una representación dinámica del funcionamiento de un sistema (Raviolo, 2010). Esto le ha proporcionado cada vez mayor relevancia en la enseñanza de un gran número de disciplinas científico-tecnológicas, puesto que permite visualizar el desarrollo de procesos mostrando la evolución del sistema representado y la interacción entre los elementos que lo integran o, al menos, algunas consecuencias de tales interacciones (Pontes, 2005). En estos ambientes, también denominados laboratorios interactivos de simulación o laboratorios virtuales, se modelizan contextos reales en los que el estudiante debe participar de forma activa, característica por la que se pueden considerar estrategias de aprendizaje que pueden promover el desarrollo de competencias. Tienen aplicaciones en la enseñanza cuando se utilizan para la presentación de situaciones no asequibles en la práctica o que pueden ser peligrosas, o la de aquellas que requieren un equipo muy complejo (Pontes, 2005). Algunos de ellos incluyen módulos de contenidos teóricos sobre los fenómenos que se representan y permiten realizar actividades de aprendizaje, como la resolución de problemas relacionados con tales fenómenos.

El desarrollo de aplicaciones integrales de simulación constituye un proceso de mayor complejidad respecto de las soluciones convencionales, y requiere para su tratamiento del aporte de especialistas de diferentes áreas de conocimiento. De esta forma, dicho proceso se cimienta sobre la base de tres ejes de desarrollo, complementarios y dependientes entre sí (Hung, 2002):

- **Educativo o Instruccional.** Definición de las necesidades educativas primordiales a cubrir por la aplicación.
- **Comunicacional.** Define la interfaz del usuario (zona de interacción usuario-aplicativo). La usabilidad y accesibilidad del sistema, aplicada a entornos altamente interactivos, constituyen factores fundamentales en este apartado.
- **Soporte Tecnológico.** Adecuación de las posibilidades tecnológicas de desarrollo, integrando los ejes anteriores y validando la completitud del modelo global diseñado mediante la comprobación de la satisfacción de los requerimientos globales detectados.

En concordancia con las actuales estrategias de enseñanza aprendizaje, en las que se asume que lo esencial no es proporcionar a los alumnos conocimientos verdaderos o absolutos sino propiciar situaciones de aprendizaje en las que sean capaces de emitir y contrastar hipótesis de trabajo, además de promover y cambiar ciertas actitudes, los EVA facilitan la creación de ambientes enriquecidos con excelentes resultados en el desarrollo de las habilidades cognitivas.

Por tanto, la conjunción de métodos constructivistas y TIC deviene en una alternativa educativa poderosa en cuanto a la formación de profesionales competentes que tengan que desarrollar tareas cognoscitivas complejas. El uso de ambientes de simulación y EVA no se presenta como una alternativa pasajera, sino que son interpretados como instrumentos que facilitan la investigación por parte de los alumnos

y suponen un cambio cualitativo en la forma de entender la enseñanza, ya que facilitan el aprendizaje. Los resultados obtenidos del uso de entornos de aprendizaje basados en simulaciones interactivas orientadas al tratamiento de problemas demuestran que éste planteamiento metodológico contribuye a la mejora del aprendizaje y al aumento en la confianza depositada en las respuestas (Barneto y col., 2008).

En este artículo nos centramos en el uso de EVA para la enseñanza de las ingenierías, campo en el que no se suele aprovechar la potencialidad de estos recursos, en los que el propio entorno de aprendizaje ha de proporcionar al alumno los escenarios y condiciones necesarias (normalmente simuladas) a utilizar en la confección de proyectos específicos; por ejemplo, que el propio EVA contenga el lenguaje en el que los proyectos deban ser programados, o los servicios que el alumno pueda configurar para desarrollar aplicaciones web. En particular, enfocamos el estudio hacia la utilización de estos EVA para la evaluación del desarrollo de competencias, centrandó nuestra atención, en esta ocasión, en las competencias profesionales, ya que la utilización de los EVA permite la evaluación de competencias que se presentan como elementos de un proceso que conducen a un producto final, por lo que se centra la atención en una evaluación procesual más que de una evaluación final.

### **Objetivo**

Partimos del supuesto de que el uso de EVA favorece el desarrollo de competencias profesionales y planteamos el siguiente objetivo:

- Diseñar y validar un instrumento de evaluación de competencias profesionales en el contexto universitario, aplicado mediante el uso de un EVA.

### **Metodología**

El currículo de la carrera de Ingeniería en Informática se divide en áreas que comprenden materias afines entre sí. Existen áreas tales como Programación Básica, Programación Avanzada, Sistemas Distribuidos heterogéneos e Ingeniería de Software, entre otras. La asignatura “Taller de Desarrollo de Proyectos III”, en la que se centra este trabajo, se dicta para el sexto curso de la Carrera de Ingeniería en Informática y se encuadra en el área de Ingeniería de Software.

Las competencias genéricas que se proponen para la asignatura se han elaborado teniendo en cuenta: a) las competencias en ingeniería que se recogen en los documentos del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), en los que se definen las competencias del Ingeniero Argentino; b) la “Declaración de Valparaíso”, que define las competencias del Ingeniero Iberoamericano; y c) el Proyecto Tuning para América Latina. Se procede a la selección de las competencias genéricas que tienen incidencia directa en el desarrollo de las competencias profesionales propias de la asignatura, tomando en consideración el tema central de la misma: la evolución de los diferentes tipos de arquitectura hasta el devenir de SOA (acrónimo, en inglés, de Arquitectura Orientada a Servicios).

Para evaluar el desarrollo de estas competencias genéricas nos basamos en el uso de rúbricas, instrumentos de evaluación que se definen como “descriptores cualitativos que establecen la naturaleza de un desempeño” (Simón y col., 2001). En consecuencia, son “instrumentos de medición en los cuales se establecen criterios y estándares por niveles, mediante la disposición de escalas, que permiten determinar la calidad de la ejecución de los estudiantes en tareas específicas” (Vera Vélez, 2008).

Del proceso descrito surge la propuesta de competencias genéricas, a las que se asigna un código para referirnos a ellas en adelante (Tabla I). A partir del análisis detallado de estas competencias bajo el punto de vista de los 4 pilares del conocimiento (Delors, 1989) o tipos de saberes, se definen los elementos de la rúbrica.

Para ello, se realiza una consulta a profesores del área de Ingeniería de Software, a la que pertenece la materia Taller de Desarrollo de Proyectos III, con el propósito de establecer elementos que resulten de algún modo consensuados con otros expertos en la disciplina. La Tabla I recoge los elementos de rúbrica que finalmente se asocian a cada competencia genérica.

Tabla I. Elementos de rúbrica

Competencia genérica	Elementos de rúbrica
CT1. Arquitectura	ER1. Caracterizar la evolución de las diferentes arquitecturas de software. ER5. Controlar que ningún aspecto o decisión arquitectural dependan de un determinado producto.
CT2. Análisis	ER18. Investigar los distintos autores y sus propuestas sobre el desarrollo de proyectos. ER2. Planificar el desarrollo de un proyecto
CT3. Aplicación de conceptos	ER3. Aplicar los conceptos teóricos de sistemas en el desarrollo de proyectos.
CT4. Calidad	ER4. Determinar la aplicación con un determinado estándar.
CT5. Creatividad	ER7. Reutilizar módulos. ER12. Usar componentes de software implementados por terceros que utilicen las técnicas mencionadas. ER13. Integrar las distintas componentes de un módulo. ER14. Integrar módulos. ER15. Caracterizar el impacto de un módulo dentro de una aplicación.
CT6. Metodología	ER10. Aplicar las técnicas básicas de uso más frecuente definidas como buenas prácticas de programación.
CT7. Testeo	ER20. Operar herramientas básicas de testeo de software
CT8. Innovación	ER19. Clasificar Los distintos tipos de literatura científica.
CT9. Documentación – Presentación	ER16. Operar las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos de software.
CT10. Código	ER9. Programar un módulo.
CT11. Gestión	ER17. Clasificar las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos.
CT12. Despliegue	ER21. Utilizar técnicas y herramientas para el despliegue de la aplicación.
CT13. Compromiso	ER23. Comprometerse éticamente
CT14. Administración de proyectos	ER22. Ejecutar e implementar de forma práctica todas las tareas que se llevan a cabo en el proceso de desarrollo de software.
CT15. Implementación	ER11. Implementar componentes de software que utilicen las técnicas mencionadas.
CT16. Divulgación	ER24. Desarrollar capacidades de divulgación frente a un público especializado y no especializado.
CT17. Diseño	ER6. Determinar los requerimientos funcionales y no funcionales. ER8. Diseñar módulos.

Definidos los elementos de rúbrica y asociados estos a cada competencia, se recurrió a un grupo de 10 expertos para su validación. Se seleccionan, atendiendo al doble criterio de poseer título de Doctor o Magister en Educación o en Enseñanza, e impartir asignaturas en el área. Se seleccionaron, pues, aquellos profesores que teniendo posgrado en enseñanza tenían dominio técnico de la disciplina, pues son profesores del Departamento de Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. En sólo dos de los casos se trató de docentes con maestría disciplinar en el campo técnico, pero en estos dos casos se seleccionaron aquellos que poseían

cursos de especialización en docencia universitaria. Se les proporcionó un cuestionario de validación de los elementos de rúbrica (Anexo I).

El criterio para seleccionar o descartar los elementos de la rúbrica es que al menos tres cuartos de los expertos encuestados (ocho de los 10, en nuestro caso) valoraran el elemento de rúbrica como “muy adecuado” (valor 4) o “perfectamente adecuado” (valor 5). El criterio para valorar si el elemento de rúbrica era comprensible es que al menos tres cuartos de los expertos encuestados valoraran la expresión “se entiende bastante” (valor 3) o “se entiende perfectamente” (valor 4).

**Resultados**

Se presentan los resultados en función de los bloques del cuestionario de validación por expertos (Anexo 1):

**A. ¿El elemento de rúbrica es adecuado a la competencia a medir?**

La Tabla II muestra las frecuencias de respuesta de los expertos encuestados a la adecuación de los elementos de rúbrica asignados a las competencias genéricas. Con el criterio comentado, los elementos a eliminar de la propuesta inicial son ER1, ER2, ER7, ER12 y ER15.

Tabla II. Frecuencias de respuesta ante adecuación de los ER asignados a las CG

CG	1	2	3	4	5					6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
ER	1	5	18	2	3	4	7	12	13	14	15	10	20	19	16	9	17	21	23	22	11	24	6	8	
Frecuencias (*)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	2	0	2	4	0	0	4	5	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	4	4	6	3	3	3	4	5	3	6	6	5	3	3	6	3	1	3	1	3	5	2	2	1	3
	5	3	4	5	2	7	6	1	1	4	3	2	6	6	3	6	9	7	9	7	5	8	7	9	7

(\*) 1. Poco / 2. Escasamente / 3. Bastante / 4. Muy / 5. Perfectamente

**B. ¿Se entiende como está expresado el elemento de rúbrica?**

La Tabla III muestra las frecuencias de respuesta de los expertos ante la adecuación de la expresión de los elementos de rúbrica. No se estima la necesidad de modificar la expresión de ningún elemento de rúbrica.

Tabla III. Frecuencias de respuesta sobre expresión de los ER

CG	1	2	3	4	5					6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
ER	1	5	18	2	3	4	7	12	13	14	15	10	20	19	16	9	17	21	23	22	11	24	6	8	
Frecuencias (*)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	4	6	3	3	2	4	2	4	2	2	5	1	1	0	6	2	6	0	1	5	3	2	1	0
	4	6	3	7	7	8	6	8	6	8	7	4	9	9	9	4	8	3	10	9	5	7	8	9	9

(\*) 1. No / 2. Poco / 3. Bastante / 4. Perfectamente

### C. Propuestas de mejora

La Tabla IV muestra los elementos de rúbrica para los que algunos expertos realizan propuestas de mejora.

Tabla IV. Elementos de rúbrica para los que se propone mejora

CG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17								
ER	1	5	18	2	3	4	7	12	13	14	15	10	20	19	16	9	17	21	23	22	11	24	6	8	
Experto	1			X							X		X												
	4	X																							X
	7											X		X											
	9							X									X								
	10	X								X															

Como se puede apreciar en la tabla, ningún elemento de rúbrica recibe propuestas de mejora por parte de más de un experto. No obstante, se procede el análisis individual de las propuestas con la intención de mejorar al máximo el instrumento de evaluación.

La Tabla V muestra las propuestas realizadas por los expertos y las decisiones que se adoptan al respecto, en relación con los elementos de rúbrica no eliminados.

Tabla V. Propuestas de mejora para elementos de rúbrica no eliminados

Experto	ER	Propuesta	Decisión
1	20	Hay que aplicar una metodología de testeo	Se desestima. La idea queda incluida en el enunciado original
4	5	Identificar el problema con un tipo en particular de arquitectura	Se desestima. La propuesta no conserva el sentido original del enunciado
	8	Diseñar módulos con alta cohesión y bajo acoplamiento	Se acepta. El enunciado propuesto enuncia la forma correcta del diseño de módulos.
7	10	Usar buenas prácticas y estándares	Se acepta. Es una forma más concreta del enunciado original
	19	Poner en práctica los conceptos planteados en literatura científica	Se acepta. Parece más adecuado "poner en práctica" que "clasificar"
9	17	Se sugiere reemplazar "clasificar" por "utilizar"	Se acepta. Es más adecuado "utilizar" que "clasificar"
10	14	Integrar Módulos creativamente	Se desestima. La creatividad queda definida por el bloque de CT al que pertenece.

### D. ¿Considera que algún elemento de rúbrica es innecesario o sobra?

Solo tres expertos ofrecen su opinión al respecto: el experto 1 considera que sobra ER1, el experto 4 que sobra ER10 y el experto 10 que sobra ER2.

Los elementos ER1 y ER2 ya han sido eliminados por no ser considerados "muy adecuados" o "perfectamente adecuados" para la competencia transversal a evaluar (Tabla I). Respecto a ER10, se decide mantenerlo por ser un solo experto el que sugiere su eliminación.

### E. ¿Considera que falta o sería necesario agregar algún elemento de rúbrica?



En este apartado los expertos que ofrecen opinión son los mismos que en el apartado anterior.

El experto 1 considera que a la competencia genérica CG2 habría que añadirle un elemento de rúbrica sobre “etapa de análisis”, el experto 4 sugiere añadir a la competencia CG6 el elemento “aplicar la metodología más adecuada a la arquitectura” y el experto 10 considera que habría que añadir a la competencia CG1 el elemento “conoce los diferentes modelos de Ciclo de Vida”.

Se decide desestimar las tres recomendaciones al considerar que están intrínsecamente contenidas en las competencias genéricas a las que referencian.

## Conclusiones

La evaluación de competencias no es tarea fácil. Si partimos del hecho de que, por la propia definición de competencia, para evaluarlas deberíamos situar al alumnado en diferentes situaciones y contextos, fácilmente concluiremos que esto no es así en la mayoría de las ocasiones, en las que se trabaja en un contexto de aula. Debido a ello, a cada competencia se le suelen asignar subcompetencias o capacidades directamente evaluables, y se supone que una evaluación positiva de estas nos permite asegurar el desarrollo de la competencia en cuestión.

Por otra parte, la utilización de entornos virtuales de aprendizaje parece ser adecuada para simular contextos a los que el alumnado tendrá que enfrentarse en su futuro profesional y personal, contextos a los que, de cualquier otro modo, no sería factible acercarlos.

Es por ello por lo que decidimos la utilización de estos entornos virtuales para el diseño y testeo de un instrumento de evaluación de competencias. Tras el diseño inicial de una rúbrica de evaluación en la que a cada una de las competencias se le asignan elementos de rúbrica particulares, se procede a su validación por 10 expertos y se obtiene como resultado la rúbrica cuyos elementos se presentan en la Tabla VI.

Tabla VI. Elementos de rúbrica de evaluación de Competencias Genéricas	
Competencia Genérica	Elementos de rúbrica
CG1 Arquitectura	ER5
CG2 Análisis	ER18
CG3 Aplicación de conceptos	ER3
CG4 Calidad	ER4
CG5 Creatividad	ER13-ER14
CG6 Metodología	ER10
CG7 Testeo	ER20
CG8 Innovación	ER19
CG9 Documentación-Presentación	ER16
CG10 Código	ER9
CG11 Gestión	ER17
CG12 Despliegue	ER21
CG13 Compromiso	ER23
CG14 Administración de proyectos	ER22
CG15 Implementación	ER11
CG16 Divulgación	ER24
CG17 Diseño	ER6-ER8

En el Anexo II se muestra la rúbrica completa con indicadores de logro para cada uno de sus elementos. Ahora queda probar su eficacia para la evaluación de competencias profesionales, lo que se expondrá en trabajos futuros. Al tratarse de competencias genéricas, muchos de los elementos de rúbrica que se presentan en este artículo pueden ser útiles para otras asignaturas. Incluso el proceso de elaboración de la rúbrica, esperamos, puede ser reproducido para la elaboración de otras rúbricas más específicas.

## Referencias

- Barneto, A.G. y Bolívar Raya, J.P. (2008). Efecto de las simulaciones interactivas sobre las concepciones de los alumnos en relación con el movimiento armónico simple. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 7(3).
- Beneitone, P. Esaquetini, C. González J. Marty, M. Siufi, G. y Wagenaar, R. (2007). Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina. *Informe final proyecto Tuning América Latina 2004-2007*. Bilbao, Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- Berners-Lee T. (2002). WWW: Past, present, and future. *Computer*, 29, 69-77.
- Delors, J. (1989). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: UNESCO.
- Hung, D. (2002). Situated cognition and problem-based learning: implications for learning and instructions with Technology, *Journal of interactive Learning research*.
- Medina Rivilla, A., Domínguez Garrido, MC., Sánchez Romero, C. (2013). Evaluación de las competencias de los estudiantes: modelos y técnicas para la valoración. *Revista de Investigación Educativa*, 31 (1), 239-255.
- Neira, K. y Bustos, H. (2014). Ambientes de aprendizaje en el modelo basado en competencias Duoc UC: Simulación clínica como Tecnología educativa. Comunicación presentada en el XIV Congreso Internacional EDUTECH 2014, Noviembre. Córdoba.
- Pontes Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2(1).
- Raviolo, A. (2010). Simulaciones en la enseñanza de la química. *VI Jornadas Internacionales y IX Jornadas Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química*. Santa Fe.
- Rodríguez, R. (2008). Un modelo de formación basado en las competencias: Hacia un nuevo paradigma en la enseñanza universitaria. *Contextos educativos*, 11, 131-147
- Salinas, Jesús (2004). "Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria". *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. [artículo en línea]. UOC. Vol. 1, nº 1.
- Sánchez, DI. (2007). *Diseño y desarrollo de un software, para el aprendizaje de ssh (secure shell), mediante un Entorno Virtual*. Bogotá.
- Simón, M., & Forgette-Giroux, R. (2001). A rubric for scoring postsecondary academic skills. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, volumen 7, número 18.
- Vera Vélez, L. (2008). *La rúbrica y la lista de cotejo*. <http://www.tecnoedu.net/lecturas/materiales/lectura10.pdf>

**ANEXO 1****COMPETENCIAS GENERICAS A SER EVALUADAS EN LA ASIGNATURA****75.55 TALLER DE DESARROLLO DE PROYECTOS III****CUESTIONARIO A EXPERTOS (Título de Doctor o Magister)**

ID.	Competencia	Elemento de Rubrica	El Elemento de Rubrica es adecuado a la competencia a medir? 1. Poco adecuado 2. Escasamente adecuado 3. Bastante adecuado 4. Muy adecuado 5. Perfectamente adecuado	Se entiende cómo está expresado el Elemento de Rubrica? 1. No se entiende 2. Se entiende poco 3. Se entiende bastante 4. Se entiende perfectamente	Propuestas de Mejora
CG1	Arquitectura	Caracterizar la evolución de las diferentes arquitecturas de software.			
		Controlar que ningún aspecto o decisión arquitectural dependan de un determinado producto.			
CG2	Análisis	Investigar los distintos autores y sus propuestas sobre el desarrollo de proyectos.			
		Planificar el desarrollo de un proyecto			
CG3	Aplicación de conceptos	Aplicar los conceptos teóricos de sistemas en el desarrollo de proyectos.			
CG4	Calidad	Determinar la aplicación con un determinado estándar.			
CG5	Creatividad	Reutilizar módulos			
		Usar componentes de software implementados por terceros que utilicen las técnicas mencionadas.			
		Integrar las distintas componentes de un módulo.			
		Integrar módulos.			
		Caracterizar el impacto de un módulo dentro de una aplicación.			
CG6	Metodología	Aplicar las técnicas básicas de uso más frecuente definidas como buenas prácticas de programación.			
CG7	Testing	Operar herramientas básicas de testeo de software			
CG8	Innovación	Clasificar los distintos tipos de literatura científica.			

CG9	Documentación – Presentación	Operar las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos de software.			
CG 10	Código	Programar un módulo.			
CG 11	Gestión	Clasificar las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos.			
CG 12	Despliegue	Utilizar técnicas y herramientas para el despliegue de la aplicación.			
CG 13	Compromiso	Comprometerse éticamente			
CG 14	Administración de proyectos	Ejecutar e implementar de forma práctica todas las tareas que se llevan a cabo en el proceso de desarrollo de software.			
CG 15	Implementación	Implementar componentes de software que utilicen las técnicas mencionadas.			
CG 16	Comunicación	Desarrollar capacidades de divulgación frente a un público especializado y no especializado.			
CG 17	Diseño	Determinar los requerimientos funcionales y no funcionales.			
		Diseñar módulos.			

CONSIDERA QUE ALGÚN ELEMENTO DE RUBRICA ES INNECESARIO O SOBRA?

.....

.....

CONSIDERA QUE FALTA O SERÍA NECESARIO AGREGAR ALGÚN ELEMENTO DE RUBRICA?

.....

.....

QUITARÍA / AGREGARÍA ALGUNA COMPETENCIA GENÉRICA EN RELACIÓN A LA ASIGNATURA 75.55 TALLER DE DESARROLLO DE PROYECTOS III?

.....

.....

**ANEXO 2.**

**RÚBRICA DE EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE COMPETENCIAS GENÉRICAS**

Excelente	Correcto	Insuficiente	Muy Pobre
<p>Nivel excepcional de desempeño, excediendo todo lo esperado.</p> <p>Propone o desarrolla nuevas acciones.</p> <p>Respuesta completa.</p> <p>Explicaciones claras del concepto.</p> <p>Identifica todos los elementos importantes.</p> <p>Provee buenos ejemplos.</p> <p>Ofrece información que va más allá de lo enseñado en clase.</p>	<p>Nivel de desempeño cercano de lo esperado</p> <p>Presenta frecuencia baja de errores.</p> <p>Comprensión del problema.</p> <p>Algunos de los requerimientos de la tarea faltan en la respuesta.</p> <p>No logra demostrar que aplica el concepto.</p> <p>Omite algunos elementos, si bien identifica algunos de ellos.</p> <p>Ofrece información relacionada a lo enseñado en clase.</p>	<p>No satisface prácticamente nada de los requerimientos de desempeño.</p> <p>No comprende el problema.</p> <p>No aplica los requerimientos para la tarea.</p> <p>Omite las partes fundamentales del concepto.</p>	<p>No realiza la actividad.</p> <p>No intenta elaborarla</p>

ITEMS	EXCELENTE	CORRECTO	INSUFICIENTE	MUY POBRE
<b>CG1Arquitectura</b>				
ER1.-Caracterizar la evolución de las diferentes arquitecturas de software.	Las decisiones sobre la aplicabilidad de un determinado proceso de desarrollo de software son acertadas y correctas en todos los casos. Demuestra conocimiento del por qué de dichas decisiones.	Las decisiones sobre la aplicabilidad de un determinado proceso de desarrollo de software son en la mayoría de los casos acertadas.	Las decisiones sobre la aplicabilidad de un determinado proceso de desarrollo de software son en algunos de los casos acertadas. Omite las partes fundamentales del concepto.	No son acertadas la decisiones sobre la aplicabilidad de un determinado proceso de desarrollo de software. No demuestra conocimiento del por qué son aplicadas dichas decisiones.  No realiza la actividad.
ER5.-Controlar que ningún aspecto o decisión arquitectural dependan de un determinado producto.	Capaz de controlar en todas las situaciones propuestas que ningún aspecto o decisión arquitectural dependan de un determinado producto.	Capaz de controlar en la mayoría de las situaciones propuestas que ningún aspecto o decisión arquitectural dependan de un determinado producto.	No comprende el Problema.  Controla en algunas de las situaciones propuestas que ningún aspecto o decisión arquitectural dependan de un determinado producto.	No intenta siquiera una elaboración del problema.
<b>CG2Análisis</b>				
ER18.-Investigar los distintos autores y sus propuestas sobre el desarrollo de proyectos.	Demuestra que su investigación, los distintos autores y sus propuestas sobre el desarrollo de proyectos, es muy completa y abarcativa.	Demuestra que su investigación, los distintos autores y sus propuestas sobre el desarrollo de proyectos, es buena.	Su investigación, los distintos autores y sus propuestas sobre el desarrollo de proyectos, es deficiente.	No realiza la actividad. No intenta la elaboración del problema.
ER2.-Planificar el desarrollo de un	La aplicación de un ciclo de vida de un determinado	La aplicación de un ciclo de vida de un determinado	La aplicación de un ciclo de vida de un determinado	No demuestra conocimientos sobre la

proyecto	proyecto de desarrollo de software, es acertado en la totalidad de los casos a los cuales el alumno es expuesto. Se demuestran conocimientos que exceden la currícula de la materia.	proyecto de desarrollo de software, es acertado en la mayoría de los casos a los cuales el alumno es expuesto. Se demuestran conocimientos necesarios para la currícula de la materia.	proyecto de desarrollo de software, es acertado sólo en algunos de los casos. Las decisiones de aplicabilidad no son suficientes.	aplicación de un ciclo de vida de un determinado proyecto de software.  No realiza la actividad.
<b>CG3 Aplicación de Conceptos</b>				
ER3. Aplicar los conceptos teóricos de sistemas en el desarrollo de proyectos.	El control realizado sobre la aplicabilidad de los conceptos teóricos es completo en el total de los casos y excede el conocimiento requerido para la materia.	El control realizado sobre la aplicabilidad de los conceptos teóricos es completo en la mayoría de los casos, comprende el problema omitiendo algunos elementos e identificando algunos otros.	No comprende el problema. El control sobre la correcta aplicación de los conceptos teóricos no satisface los requerimientos mínimos de desempeño.	No controla la aplicabilidad de los conceptos teóricos. No intenta siquiera una elaboración del problema.
<b>CG4 Calidad</b>				
ER4.- Determinar la aplicación con un determinado estándar.	De la totalidad de estándares a aplicar selecciona el correcto en todos los casos planteados. Demuestra conocimientos para la determinación de cual estándar aplicar en todos los casos.	De la totalidad de estándares a aplicar selecciona el correcto en la mayoría de los casos planteados. Demuestra conocimientos para la determinación de cual estándar aplicar en cada caso.	De la totalidad de estándares a aplicar selecciona el correcto en algunos de los casos planteados. No demuestra un acabado conocimiento para la determinación de cual estándar aplicar en cada caso.	No determina la aplicación de ninguno de los estándares propuestos. No intenta siquiera una elaboración del problema. No intenta siquiera una elaboración del problema.
<b>CG5 Creatividad</b>				
ER7.- Reutilizar módulos.	Demuestra gran habilidad en la reutilización de módulos en la totalidad de los ejercicios propuestos.	Reutiliza módulos en la mayoría de las situaciones problemáticas planteadas.	Reutiliza módulos solamente en algunas de las situaciones problemáticas planteadas.  No comprende el problema omitiendo partes fundamentales de los conceptos.	No realiza la actividad.  No intenta la elaboración del problema.
ER12.- Usar componentes de software implementados por terceros que utilicen las técnicas mencionadas.	En todas las situaciones problemáticas planteadas se utilizan componentes de software implementados por terceros que utilicen las técnicas mencionadas en clase, demostrando un excelente conocimiento de los mismos.	En la mayoría las situaciones problemáticas planteadas se utilizan componentes de software implementados por terceros que utilicen las técnicas mencionadas en clase, demostrando un buen conocimiento de los mismos.	En las situaciones problemáticas planteadas no se utilizan componentes de software implementados por terceros que utilicen las técnicas mencionadas en clase, demostrando desconocer el problema.	No realiza la actividad.  No intenta la elaboración del problema.
ER13.- Integrar las distintas componentes de un módulo.	La integración de las distintas componentes se realiza de manera completa, acorde con las especificaciones en todos los ejercicios planteados.	La integración de las distintas componentes se realiza de manera completa, acorde con las especificaciones en la mayoría de los ejercicios planteados.	La integración de las distintas componentes se realiza de manera completa, acorde con las especificaciones solo en algunos de los ejercicios planteados.  No demuestra conocimientos sobre el tema.	No realiza la actividad.  No intenta la elaboración del problema.
ER14.- Integrar módulos.	La integración de los módulos es completa, respeta los estándares en todas las situaciones propuestas, superando las	La integración de los módulos es completa, respeta los estándares en la mayoría las situaciones propuestas, cubriendo las	La integración de los módulos es incompleta, no respeta los estándares en la mayoría las situaciones propuestas, demuestra no	No realiza la actividad.  No intenta la elaboración del problema.

	expectativas.	expectativas.	entender el problema.	
ER15.-Caracterizar el impacto de un módulo dentro de una aplicación.	La caracterización del impacto de un módulo dentro de una aplicación que utiliza el estándar SOA, es muy completa en todos los problemas planteados.	La caracterización del impacto de un módulo dentro de una aplicación que utiliza el estándar SOA, es correcta en la mayoría de los problemas planteados.	La caracterización del impacto de un módulo dentro de una aplicación que utiliza el estándar SOA, es completa solo algunos de los problemas planteados.	No realiza la actividad. No intenta la elaboración del problema.
CG6 Metodología				
ER10.- Usar buenas prácticas y estándares	Las técnicas básicas de uso más frecuente definidas como buenas prácticas de programación son aplicadas en todas las situaciones planteadas.	Las técnicas básicas de uso más frecuente definidas como buenas prácticas de programación son aplicadas en la mayoría de las situaciones planteadas.	Las técnicas básicas de uso más frecuente definidas como buenas prácticas de programación no son aplicadas en las situaciones planteadas.	No realiza la actividad. No intenta la elaboración del problema.
CG7 Testeo				
ER20.- Operar herramientas básicas de testeo de software	Los pasos de un determinado proceso de Evaluación son aplicados en su totalidad.	La mayoría de los pasos de un determinado proceso de Evaluación no son aplicados en su totalidad. Sólo alguno de los procesos no son aplicados	Algunos de los pasos de un determinado proceso de Evaluación son aplicados. Muchos de los procesos no son aplicados. Omite las partes fundamentales del concepto.	No se aplican procesos de Evaluación. No realiza la actividad.
CG8 Innovación				
ER19.- Poner en práctica los conceptos planteados en literatura científica	La clasificación de los distintos tipos de literatura científica es muy completa y excede las consignas propuestas.	La clasificación de los distintos tipos de literatura científica es buena y cumple con las consignas propuestas.	La clasificación de los distintos tipos de literatura científica no es muy completa y no cumple con las consignas propuestas.	No realiza la actividad. No intenta la elaboración del problema.
CG9 Documentación-Presentación				
ER16.- Operar las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos de software.	El alumno opera todas las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos de software, demostrando un excelente dominio de las mismas.	El alumno opera la mayoría de las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos de software, demostrando un buen dominio de las mismas.	El alumno opera una reducida cantidad de las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos de software, demostrando poco dominio de las mismas.	No realiza la actividad. No intenta la elaboración del problema.
CG10 Código				
ER9.- Programar un módulo.	La programación de un módulo cumple con todos los requerimientos necesarios, y en algunos casos excede los mismos. Demuestra gran conocimiento sobre el tema	La programación de un módulo cumple con todos los requerimientos necesarios en la mayoría de los casos. Demuestra conocimiento sobre el tema	La programación de un módulo no cumple con todos los requerimientos necesarios, y en algunos casos demuestra no entender el problema. Demuestra escaso conocimiento sobre el tema	No realiza la actividad. No intenta la elaboración del problema.

CG11 Gestión				
ER17.- Utilizar las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos.	El alumno puede clasificar las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos, en todos los casos planteados.	El alumno puede clasificar las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos, en la mayoría de los casos planteados.	El alumno puede clasificar las herramientas informáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de los procesos de Desarrollo de Proyectos, solo en alguno de los casos planteados, demostrando poco dominio sobre el tema.	No realiza la actividad. No intenta la elaboración del problema.
CG12 Despliegue				
ER21.-Utilizar técnicas y herramientas para el despliegue de la aplicación.	En la totalidad de los casos planteados es capaz de realizar el despliegue de la aplicación.	En la mayoría de los casos planteados es capaz de realizar el despliegue de la aplicación.	En algunos de los casos planteados es capaz de realizar el despliegue de la aplicación.	No comprende el Problema. En ninguno de los casos planteados es capaz de realizar el despliegue de la aplicación.  No intenta siquiera una elaboración del problema.
CG13 Compromiso				
ER23.- Comprometerse éticamente	En la totalidad de los casos planteados, el estudiante se compromete éticamente e interactúa con sus compañeros.	En la mayoría de los casos planteados, el estudiante se compromete éticamente e interactúa con sus compañeros.	En algunos casos planteados, el estudiante se compromete éticamente e interactúa con sus compañeros.	No se compromete éticamente ni interactúa con sus compañeros.
CG14 Administración de proyectos				
ER22.- Ejecutar e implementar de forma práctica todas las tareas que se llevan a cabo en el proceso de desarrollo de software.	Las tareas básicas que se llevan a cabo en el proceso de desarrollo de software son ejecutadas e implementadas en todas las situaciones planteadas.	Las tareas básicas que se llevan a cabo en el proceso de desarrollo de software son ejecutadas e implementadas en la mayoría de las situaciones planteadas.	Las tareas básicas que se llevan a cabo en el proceso de desarrollo de software no son ejecutadas ni implementadas en las situaciones planteadas.	No realiza la actividad. No intenta la elaboración del problema.
CG15 Implementación				
ER11.-Implementar componentes de software que utilicen las técnicas mencionadas.	Todos los componentes de software utilizan las técnicas mencionadas en clase.	La mayoría de los componentes de software utilizan las técnicas mencionadas en clase.	Pocos componentes de software utilizan las técnicas mencionadas en clase.  No comprende el problema.	No realiza la actividad. No intenta la elaboración del problema.
CG16 Divulgación				
ER24.- Desarrollar capacidades de divulgación frente a un público especializado y no especializado.	En todos los casos planteados proporciona el conocimiento exacto del mensaje que transmite. Es capaz de hacerlo mediante palabras habladas o por medio de la representación gráfica de signos y palabras escritas.	En la mayoría de los casos proporciona el conocimiento exacto del mensaje que transmite. Casi siempre es capaz de hacerlo mediante palabras habladas o por medio de la representación gráfica de signos y palabras escritas.	Sólo en algunos casos proporciona el conocimiento exacto del mensaje que transmite. En pocos casos es capaz de hacerlo mediante palabras habladas o por medio de la representación gráfica de signos y palabras escritas.	No proporciona el conocimiento exacto del mensaje que transmite. No es capaz de hacerlo mediante palabras habladas ni por medio de la representación gráfica de signos y palabras escritas.
CG17 Diseño				
ER6.-Determinar los requerimientos	Determina en su totalidad los requerimientos	La determinación de los requerimientos	No determina satisfactoriamente la	No realiza la actividad. No intenta la



funcionales y no funcionales.	funcionales y no funcionales que se desprenden del problema. Provee información adicional y una respuesta completa.	funcionales y no funcionales es cercana a lo esperado. Determina dichos requerimientos en la mayoría de los casos.	mayoría de los requerimientos funcionales y no funcionales. No comprende el problema omitiendo partes fundamentales de los conceptos.	elaboración del problema.
ER8.- Diseñar módulos con alta cohesión y bajo acoplamiento	Demuestra gran habilidad en el diseño de módulos en la totalidad de los ejercicios propuestos. Proponiendo además buenos ejemplos e incluso excediendo lo expuesto en clase.	Demuestra habilidad en el diseño de módulos en la mayoría de los ejercicios propuestos.	El diseño de los módulos es pobre en la mayoría de los ejercicios propuestos. No demuestra conocimientos sobre el tema.	No realiza la actividad. No intenta la elaboración del problema.