

## **Formación *on-line* para profesionales en el campo de la Seguridad y la Inocuidad Informática a través de Competencias y Aprendizaje Basado en el Trabajo**

Joaquín Gracia Morán<sup>1</sup>, Juan C. Ruiz García<sup>2</sup>, David de Andrés Martínez<sup>3</sup>,  
J. Carlos Baraza Calvo<sup>4</sup> y Pedro J. Gil Vicente<sup>5</sup>

Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA), Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Universitat Politècnica de València, E-mails: <sup>1</sup>[jgracia@disca.upv.es](mailto:jgracia@disca.upv.es), <sup>2</sup>[juaruig@disca.upv.es](mailto:juaruig@disca.upv.es), <sup>3</sup>[ddandres@disca.upv.es](mailto:ddandres@disca.upv.es), <sup>4</sup>[jcbaraza@disca.upv.es](mailto:jcbaraza@disca.upv.es), <sup>5</sup>[pgil@disca.upv.es](mailto:pgil@disca.upv.es)

**Resumen:** Actualmente, los sistemas informáticos están presentes en casi todos los ámbitos de la vida. Sin embargo, es muy difícil garantizar un determinado nivel de Seguridad e Inocuidad. Políticas débiles o mal implementadas pueden conducir a enormes pérdidas económicas, de vidas humanas o de reputación. Sin embargo, dichos aspectos no son abordados en profundidad durante la formación universitaria. Además, la definición de las competencias específicas en Seguridad e Inocuidad requeridas por los ingenieros en TIC es muy difícil, ya que se deben considerar sus necesidades actuales y futuras.

El aprendizaje basado en el trabajo (del inglés *Work-Based Learning* o WBL) es una técnica muy útil para la formación de profesionales, ya que promueve la adquisición de conocimiento, así como el desarrollo de habilidades. Pero la formación de profesionales implica trabajar con aprendices con una gran movilidad potencial, una cantidad limitada de tiempo y unos conocimientos previos bastante heterogéneos. Así, pues, se debe usar una aproximación *on-line*. Pero, ¿cómo pueden ser reconocidas las competencias adquiridas por un profesional en toda Europa? El entorno de trabajo *European Credit for Vocational Education and Training* (ECVET) facilita la transferencia y el reconocimiento de las competencias adquiridas en diferentes países y contextos educacionales.

En este trabajo se presenta el proyecto RISKY. Financiado por la Unión Europea a través del programa Leonardo da Vinci, este proyecto pretende mejorar la formación de profesionales en Seguridad e Inocuidad. Para ello, utilizará un enfoque *on-line*, basado en competencias y WBL.

**Palabras clave:** e-learning, Formación Vocacional, Seguridad e Inocuidad, Aprendizaje Basado en el Trabajo.

**Title:** On-line Vocational Training for Computer-Based Safety and Security using Competence- and Work-Based Learning.

**Abstract:** Nowadays, computer systems are present in almost all areas of life. However, it is very difficult to guarantee a determined Safety and Security level. Weak or incorrectly deployed Safety and Security policies may lead to unaffordable economical, human or reputation loses. However, current undergraduate programs rarely address Safety and Security in depth, and the definition of specific competences required for Safety and Security engineers is

difficult, since actual and future necessities of ICT professionals should be considered.

Work-Based Learning (WBL) can be used for professionals' vocational training, as it promotes the acquisition of knowledge, as well as the development of skills. However, training professionals implies working with learners with high potential mobility, limited amount of time and heterogeneous prior learning. So, an on-line approach should be used. But, how the competences acquired by professionals can be recognized across Europe? The European Credit for Vocational Education and Training (ECVET) framework eases the transfer and recognition of the resulting competences among different countries and educational contexts.

In this work, the RISKY project is presented. Funded by the European Union through the Leonardo da Vinci programme, this project tries to improve Safety and Security professionals' training. To do this, it will use an on-line approach, based on competences and WBL.

**Keywords:** e-learning, Vocational Training, Security and Safety, Work-Based Learning.

## **1. Introducción**

La Seguridad y la Inocuidad son dos disciplinas relacionadas con el grado de confianza que los usuarios depositan en sistemas y servicios basados en computadores durante su utilización diaria. Cuando se produce una avería derivada de la ocurrencia de un fallo (accidental o malicioso), sus consecuencias pueden ser catastróficas, pudiendo acarrear enormes pérdidas, tanto humanas como económicas o de reputación, a aquellas empresas que fabrican o comercializan estos sistemas. Por estas causas, existe un creciente interés por parte de la industria en la contratación de profesionales competentes en los ámbitos de la Seguridad e Inocuidad.

Sin embargo, y a pesar de su importancia, la Seguridad e Inocuidad no son competencias ampliamente tratadas en los estudios universitarios actuales. Los programas universitarios existentes están habitualmente inspirados en currículos definidos por prestigiosas asociaciones de ingenieros, como pueden ser IEEE-CS y ACM (ACM, 2006). Sin embargo, la inocuidad es un concepto típicamente más relacionado con la seguridad de las personas que con la seguridad funcional. Se puede definir la seguridad como aquellas acciones o mecanismos que evitan daños a las personas. La seguridad funcional hace posible la seguridad mediante sistemas que reducen la probabilidad de situaciones indeseadas.

La seguridad funcional es lo que deben garantizar los ingenieros para producir y certificar sistemas críticos que aseguren un nivel aceptable de seguridad de las personas. Por otra parte, la seguridad es considerada como una competencia horizontal, y no como una disciplina completa. Como resultado, siempre se estudia como una característica deseable a obtener en diferentes sistemas o aplicaciones. Este hecho conduce a una introducción parcial, disjunta y dispersa de técnicas y conceptos, limitando de esta forma su ámbito y utilidad.

Por otro lado, aunque con menos intensidad, los programas de certificación definidos por cuerpos profesionales sufren un problema similar. De esta manera, no existe un único curso que mezcle conceptos de seguridad e inocuidad. Además, en muchos de los casos, el material proporcionado está definido en

función de una tecnología o metodología específica, en vez de basarse en la competencia a trabajar. Así pues, surgen algunas cuestiones importantes:

- ¿Cuál es el impacto del curso en el perfil profesional del estudiante?
- ¿Cuáles son las nuevas competencias adquiridas?
- ¿Qué tipo de nuevas actividades pueden ser cubiertas con estas nuevas competencias?
- ¿Hasta qué punto este conjunto de competencias son reconocidas por el mundo profesional, y cómo se pueden adaptar a la legislación específica sobre competencias de cada país?

La formación vocacional proporciona una respuesta inicial a las dos primeras cuestiones. Este tipo de formación difiere de la formación universitaria, de máster o de doctorado principalmente en que está basada en la experiencia. Así pues, en este contexto de formación se prefiere la técnica denominada *Work-Based Learning* (WBL) (Fink y otros, 2007). WBL proporciona, además de la adquisición del conocimiento, el desarrollo de habilidades y la asimilación de actitudes que pueden ser utilizadas en situaciones reales. Sin embargo, la definición de cuáles son las competencias específicas requeridas por ingenieros en seguridad e inocuidad es bastante complicada, ya que se deben tener en cuenta las necesidades actuales, y a ser posible las futuras, de los profesionales de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

Además del desarrollo de competencias, no debemos olvidar que la formación de profesionales implica trabajar con estudiantes potencialmente con una gran movilidad. De esta forma, surgen dos desafíos para el diseño del programa de formación. En primer lugar, y al contrario de lo que pasa en la formación universitaria, los profesionales que realizan este tipo de formación sólo pueden dedicar una cantidad limitada de su tiempo al estudio. Y en segundo lugar, sus objetivos de aprendizaje pueden ser bastante heterogéneos. Como resultado, las unidades de contenido deberían seguir el diseño de "píldoras de conocimiento", y permanecer disponibles 24/7/365 (es decir, deben estar disponibles *on-line*). Además, para cada unidad se deberían identificar y evaluar, de la forma más precisa posible, los conocimientos previos y los objetivos de aprendizaje.

El proyecto RISKY (<http://www.riskyknowledge.eu>) pretende definir una estructura para la formación vocacional dirigida a los profesionales en Seguridad e Inocuidad, siendo una formación basada en competencias y *on-line*, y que utiliza WBL (Gracia y otros, 2013). Financiado por la Unión Europea a través del programa Leonardo da Vinci (da Vinci, 2014), el proyecto RISKY pretende establecer una red colaborativa para promover el intercambio de experiencias entre formadores, alumnos, expertos industriales y asociaciones profesionales en Seguridad e Inocuidad. Para ajustar este tipo de formación, un grupo de empresas europeas, denominadas dentro del proyecto como *Industrial Advisory Board* (IAB), proporciona continuamente realimentación sobre los distintos cursos. Con el fin de ilustrar los conceptos a adquirir por los estudiantes, y promover el desarrollo de sus competencias, se utilizan casos reales. La formación diseñada en este proyecto soporta el aprendizaje a distancia tanto síncrono como asíncrono. Esto permite que los mejores profesionales en Seguridad e Inocuidad no sólo proporcionen sus conocimientos en la plataforma de *e-learning* del proyecto, sino también la interacción directa con los estudiantes, utilizando para ello herramientas para *e-conferencias*.

El presente se trabajo está organizado de la siguiente forma. La Sección 2 expone muy brevemente el programa Leonardo da Vinci. La Sección 3 detalla la actual formación en competencias existente dentro de los campos de la Seguridad e Inocuidad. La Sección 4 resume el proyecto RISKY. La Sección 5 sintetiza los ECVET, el sistema europeo de transferencia de créditos en la formación profesional. Las secciones 6 y 7 describen, respectivamente, la infraestructura del proyecto RISKY y la estructura de los cursos RISKY. La Sección 8 presenta un caso de estudio de un curso ofrecido siguiendo la metodología propuesta, y por último, la Sección 9 presenta las conclusiones obtenidas.

## **2. El programa Leonardo da Vinci**

Fundado por la Unión Europea, el objetivo del programa Leonardo da Vinci es intentar atender las necesidades de enseñanza y aprendizaje de todas las personas implicadas en la educación y Formación Profesional, incluyendo también a las instituciones y organizaciones que imparten o facilitan esa formación.

Los objetivos de este programa se pueden dividir en dos:

### 1. Objetivos específicos:

- Apoyo para la adquisición y uso de conocimientos, competencias, y cualificaciones con miras al desarrollo personal y profesional.
- Apoyo a mejoras de la calidad e innovación en educación y formación profesional.
- Aumento del atractivo de la Formación Profesional.

### 2. Objetivos operativos:

- Mejora de la movilidad en los estudiantes de formación profesional.

Se puede encontrar más información en (da Vinci, 2014) o en (EC, 2014).

## **3. Formación en competencias en Seguridad e Inocuidad**

Normalmente, los cursos de formación en Seguridad o en Inocuidad presentan una orientación muy teórica, olvidando dos aspectos cruciales: i) el factor humano y ii) la estrecha relación existente entre Seguridad e Inocuidad.

El primer aspecto incluye la previsión y el análisis de posibles problemas con el fin de evitar averías cuyo tratamiento resulte prohibitivo. Además, cuando el sistema está funcionando, el ingeniero debe reaccionar lo más rápido posible, seleccionando la solución disponible más efectiva para el problema. El segundo aspecto considera la relación existente entre Seguridad e Inocuidad. Una política de seguridad debe preservar la inocuidad del sistema y viceversa.

Con el fin de desarrollar las competencias requeridas por los futuros profesionales en Seguridad e Inocuidad, esta corta reflexión muestra hasta qué extremo la experiencia es necesaria en estos dominios, así como el valor de una formación que incluya experiencias reales proporcionadas por profesionales en estas áreas.

Así pues, las competencias en Seguridad e Inocuidad no suelen encontrarse al mismo tiempo en los perfiles profesionales actuales. De esta manera, los

ingenieros en estos campos deben actualizar continuamente sus competencias con el fin de mantener el ritmo de los avances tecnológicos. Sin embargo, el conjunto preciso de las competencias requeridas para un perfil profesional determinado no ha sido definido todavía. En este sentido, diferentes organizaciones y entidades promueven sus propias cualificaciones de acuerdo a sus intereses particulares. Por ejemplo, las certificaciones profesionales emitidas por *CISCO Systems* (CISCO, 2014), *ISACA* (ISACA, 2014) o *TÜV Rheinland* (TÜV, 2014) definen un plan de formación que identifica las competencias a adquirir para conseguir un determinado nivel de conocimiento, así como un número acreditado de años de experiencia profesional. La Tabla 1 resume las certificaciones emitidas por estas entidades.

A partir de la tabla 1 podemos ver la dificultad para trazar un plan de formación común para los profesionales en Seguridad e Inocuidad, ya que cada entidad define sus propias categorías de experto, así como sus propios resultados de aprendizaje. Además, estas certificaciones no proporcionan una formación basada en competencias. Por ejemplo, los casos de estudio de ISACA son muy genéricos, mientras que los cursos de CISCO son muy específicos, ya que se basan en sus sistemas de red.

Entidad	Sin experiencia	1 año	3 años	5 años	6+ años
CISCO	CCENT	CCNA Security	CCNP Security		CCIE Security CCAr
ISACA			CRISC	CISA CISM	
TÜV			Functional Safety Engineer		Functional Safety Expert

Tabla 1. Certificaciones en Seguridad e Inocuidad clasificadas según los años de experiencia profesional

Para intentar resolver este problema, la Unión Europea está intentando definir un marco de trabajo para profesionales en TIC de todos los sectores industriales mediante la iniciativa *European e-Competence Framework* (<http://www.ecompetences.eu>). Sin embargo, las competencias en Seguridad e Inocuidad no están juntas, y tal y como pasa con los currículos educacionales, estas competencias están divididas en diferentes perfiles (Profiles, 2012).

En (IET, 2007) se especifican las competencias relacionadas con sistemas seguros. En este caso, se define un conjunto completo de competencias relacionadas con la Seguridad, así como tres niveles de pericia: *Supervised practitioner*, *Practitioner* y *Expert*. Además, define un modelo de competencias que establece las relaciones entre los diversos conceptos que se utilizan en la gestión de competencias. Este trabajo divide las competencias en tres aspectos: Funciones, Tareas y Atributos (*Functions, Tasks & Attributes*), de tal manera que una Función está dividida en un conjunto de Tareas, y todas las tareas en una función se expresan como un conjunto de Atributos.

#### **4. El proyecto RISKY**

Como se ha comentado anteriormente, el proyecto RISKY presenta un enfoque *on-line*, basado en competencias y que utiliza WBL para la formación vocacional

de profesionales en Seguridad e Inocuidad (Gracia y otros, 2013). Dirigido por Scassi Conseil (empresa de ingeniería, consultoría y auditoría especializada en la seguridad de los sistemas de información - <http://www.scassi.com/>), los integrantes del proyecto RISKY provienen de diferentes áreas y países europeos: Universitat Politècnica de València (UPV) (<http://www.upv.es/>), Mac Team (asociación internacional belga sin ánimo de lucro formada por empresas de diferentes ámbitos - <http://www.mac-team.com/>) y NOT Ostrołęka (asociación de pequeñas y medianas empresas de Ostrołęka, Polonia - <http://www.notostroleka.pl>). La principal tarea del proyecto RISKY radica en el establecimiento de una red de colaboración que promueva el intercambio de experiencias entre formadores, estudiantes y expertos industriales. De esta manera, la entrega final del proyecto será un proceso de formación. Un Consejo Consultivo Industrial (*Industrial Advisory Board – IAB*), formado principalmente por empresas europeas procedentes de la industria aeroespacial francesa, junto con la española Corporación Mondragón; y algunas asociaciones profesionales, como ISACA, proporciona una retroalimentación continua que ayuda a afinar el enfoque de esta formación, adaptándolo a las competencias apropiadas y a la disponibilidad de los profesionales. Además, hay diferentes PYMES implicadas en el proyecto, que contribuyen a la creación de la metodología y al contenido, siguiendo el lema *Formación en Seguridad e Inocuidad por profesionales para profesionales*.

Los cursos en Seguridad e Inocuidad desarrollados incluyen casos reales, reduciendo tanto como sea posible la curva de aprendizaje. El proyecto RISKY está basado en una aproximación *on-line*, incluyendo algunas sesiones presenciales que se utilizan para reforzar contenidos. Así pues, este desafío requiere una plataforma de *e-learning* y herramientas para *e-conferencias*. Por otro lado, esta plataforma también proporciona herramientas para la evaluación de los conocimientos previos y de los resultados del aprendizaje.

Además, se debe tener en cuenta la movilidad física de los profesionales. Estos tienen que obtener un reconocimiento oficial de su experiencia en cada país con el fin de poder ejercer oficialmente su ocupación. Cuando la formación está basada en competencias, esto es una cuestión de reconocimiento de competencias. Por lo tanto, ponerse de acuerdo sobre los resultados del aprendizaje obtenidos mediante este tipo de formación básicamente consiste en el reconocimiento de las competencias adquiridas, lo que presenta un gran desafío. En este sentido, los ECVET (*European Credit for Vocational Education and Training*) son el intento, por parte de la Unión Europea, para solucionar este desafío (ECVET, 2014).

### **5. European Credit for Vocational Education and Training (ECVET)**

Los ECVET intentan mejorar la compatibilidad y las calificaciones entre los diferentes sistemas de formación profesional europeos. Su objetivo es facilitar la validación, el reconocimiento y la acumulación de habilidades y conocimientos adquiridos durante una estancia en otro país o en diferentes situaciones (ECVET, 2014).

Tal y como se hace con los ECTS (ECTS, 2014), las calificaciones se definen en función de los resultados del aprendizaje. Así pues, se necesitan procedimientos y normas para la evaluación, la transferencia, la acumulación y el reconocimiento de los créditos obtenidos. Esta característica hace del ECVET un sistema muy flexible, siempre y cuando los resultados de aprendizaje ECVET sean evaluados y

validados para la transferencia de créditos entre diferentes vías de aprendizaje que se pueden tomar en diferentes países o en diferentes contextos educativos. Obviamente, los organismos nacionales de educación deben certificar las entidades que proporcionan los ECVET, e incluso llegar a un acuerdo supranacional para garantizar el reconocimiento rápido, e incluso automático, de los créditos de formación emitidos a lo largo de Europa. Este sistema es muy flexible. Las competencias se construirán como una suma de conocimientos y habilidades que se obtienen en cursos distintos impartidos en diferentes países. Así se proporciona la oportunidad de beneficiarse de la mejor manera posible de la formación ofrecida por los mejores profesionales. Básicamente, las competencias viajarán por Europa en forma de ECVETs, proporcionando así a los profesionales la oportunidad de construir su perfil de acuerdo a sus necesidades.

Tal y como se muestra en la Figura 1, el proceso para la implantación de los ECVET comenzó en el año 2009. Hasta 2012, los ECVET están en período de prueba. Se espera que para este año los diferentes estados miembros de la Unión Europea hayan creado las condiciones para su implementación progresiva.

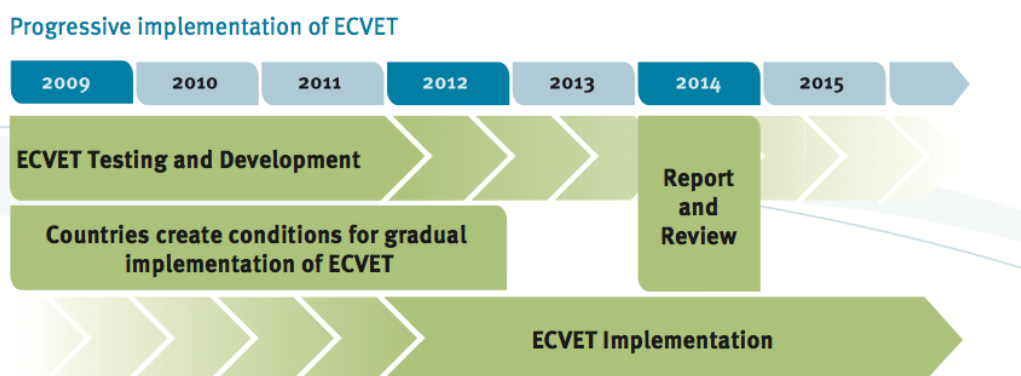


Figura 1. Implementación progresiva de los ECVET (ECVET, 2014)

Está previsto que para el año 2014 el Parlamento y el Consejo Europeo evalúen y revisen la primera etapa de la aplicación de los ECVET, reformulándolos si es necesario.

## **6. Infraestructura de *e-learning* del proyecto RISKY**

La situación descrita previamente lleva al dominio de las plataformas de *e-learning*. La movilidad y las limitaciones de los profesionales dificultan la oferta de cursos presenciales. El uso de plataformas de *e-learning*, combinado con el desarrollo de plataformas de videoconferencia, está abriendo nuevas oportunidades de formación. Hoy en día, y gracias al uso de sistemas de videoconferencia, los mejores profesionales pueden participar en cursos a pesar de su ubicación física. En este sentido, cualquier persona en cualquier lugar puede beneficiarse de su experiencia. Esta formación síncrona se puede combinar con actividades asíncronas, cuyos materiales se encuentran en los sistemas de aprendizaje basados en la web. Este tipo de sistemas también proporcionan los medios para llevar a cabo las evaluaciones basadas en web.

La UPV, a través de su Centro de Formación Permanente (<http://www.cfp.upv.es>), ofrece diferentes plataformas de *e-learning*, útiles para el proyecto RISKY. Este servicio, patrocinado por la UPV, gestiona las actividades

y proyectos de educación no formal, ayudando a la adquisición de créditos mediante el aprendizaje permanente.

En concreto, el proyecto RISKY utiliza actualmente dos plataformas diferentes. La primera de ellas, que se utiliza para comunicarse con los alumnos, se basa en PoliformaT (<http://poliformat.upv.es>), la instanciación de la UPV de la plataforma de *e-learning* Sakai. Esta plataforma es muy útil para gestionar los diferentes cursos, proporcionando, entre otras características interesantes, chat, foros de discusión y facilidades para cargar y descargar documentos (como pueden ser ejercicios o manuales de laboratorio). También promueve el uso de tecnologías web para tener un sitio web para cada curso, así como establecer enlaces a cualquier material multimedia (ya sea externo o almacenado en la propia plataforma).

El consorcio RISKY también ha utilizado las instalaciones Poli[Media] (<http://polimedia.blogs.upv.es>) de la UPV para grabar algunos vídeos promocionales. Estos vídeos van desde pequeñas introducciones hasta vídeos explicativos que detallan un concepto teórico o proponen y resuelven un ejercicio. Un ejemplo se puede ver en <https://polimedia.upv.es/visor/?id=e488c19e-869a-904c-8bae-8e08bfb02e74>.

La segunda plataforma es PoliConecta. Esta herramienta permite el aprendizaje sincrónico distante. Se basa en Adobe Connect®, y permite a los expertos ofrecer seminarios y a los alumnos seguirlos a distancia. Por lo tanto, la ubicación no es un problema ya que no es necesario estar físicamente presente para seguir o impartir un curso.

Al final del proyecto, se creará un repositorio de cursos, prácticas de laboratorio, estudios de casos reales y por último, pero no menos importante, testimonios profesionales. Este último aspecto innovador apoyará el enfoque WBL del proyecto RISKY.

Por otro lado, y para automatizar la creación de los cursos, se ha diseñado una nueva herramienta que permite tanto la creación de los diferentes cursos como su puesta en marcha (se puede ver en <https://www.phosforea.com/demo/>). Los cursos creados están basados en términos de resultados de aprendizaje, los cuales se determinan en función de la evaluación de los conocimientos previos del alumno junto con las competencias requeridas para un determinado perfil y nivel profesional. Las competencias específicas a un determinado perfil profesional vienen definidas por dos caminos. Por un lado, por organismos de certificación, como pueden ser IEEE o ISO. Por otro lado, son las propias empresas las que definirán el perfil y las competencias que necesitarán para cubrir sus necesidades.

Todos los módulos de aprendizaje, definidos como árboles de aprendizaje, se analizan para determinar la ruta de aprendizaje adecuada para que coincida con los resultados de aprendizaje esperados por el alumno. Cómo expresar esta información como una especificación y cómo automatizar su explotación quedan fuera del propósito de esta publicación. La Figura 2 muestra un ejemplo de árbol de aprendizaje. Como se puede ver en esta figura, para adquirir las competencias relacionadas con "Sistemas de Inocuidad Crítica" (*Safety-Critical Systems*), es necesario obtener las competencias de "Diseño de Sistemas de Inocuidad Crítica" (*Design of Safety-Critical Systems*), de "Evaluación de Sistemas de Inocuidad Crítica" (*Evaluation of Safety-Critical Systems*) y las de "Estándares y Certificaciones" (*Standards and Certifications*). A su vez, cada una de estas



píldoras de conocimiento se divide en píldoras más sencillas, y así sucesivamente. Como ejemplo, en esta misma figura se puede ver detalladamente los resultados de aprendizaje que se obtendrían al cursar la parte de "Redundancia Espacial" (*Spatial Redundancy*).

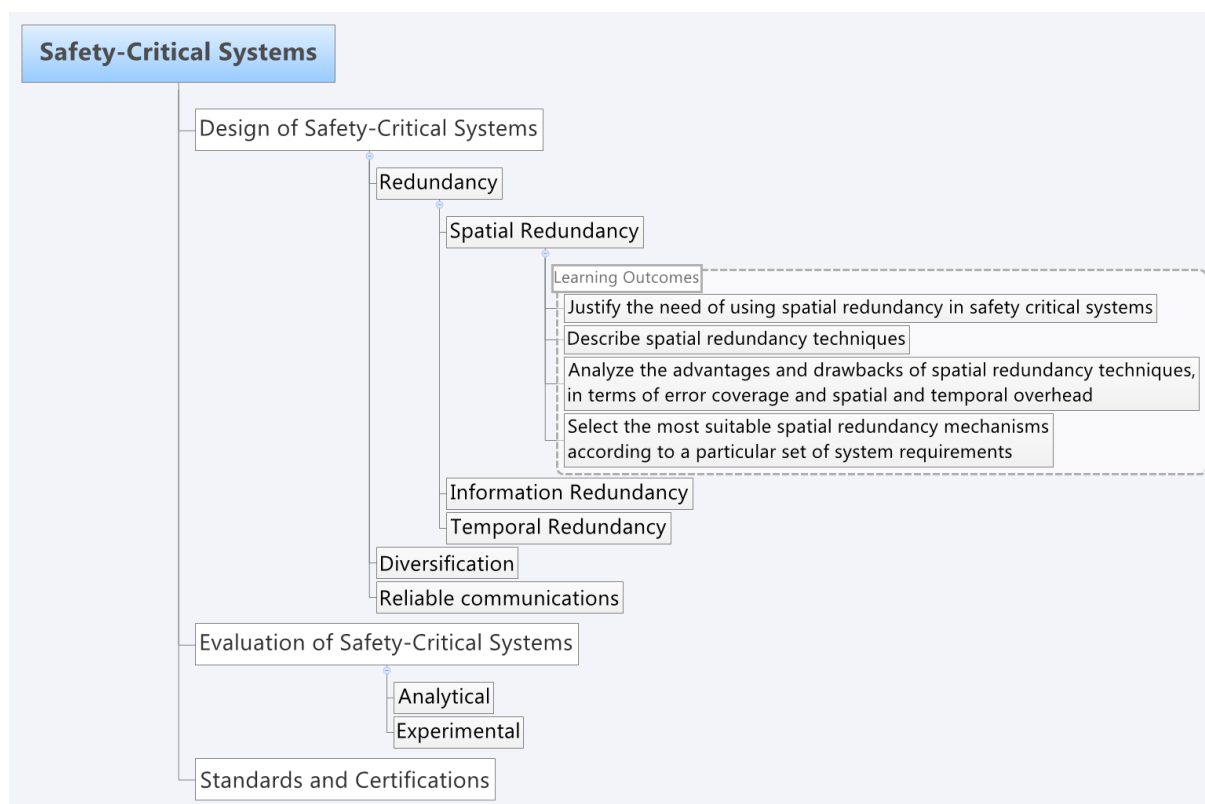


Figura 2. Ejemplo de árbol de aprendizaje

## 7. Estructura de los cursos RISKY

Los diferentes cursos se estructuran en tres niveles: *principiante*, *intermedio* y *experto*, de forma similar a como se definen los niveles de competencia en (IET, 2007). Más información y una pequeña descripción de dichos cursos se pueden ver en <https://www.phosforea.com/demo/pres-formations.php>.

Los tres niveles definidos siguen la metodología WBL. El primer paso es una evaluación de la formación previa del profesional. Esta evaluación se organiza de tal manera que sus resultados marcarán su camino de aprendizaje.

La estructura de cada uno de los tres niveles es diferente. El nivel *principiante* está organizado en píldoras de conocimiento que el profesional tiene que estudiar. Cada una de estas píldoras se estructura en torno a un guión que marca al aprendiz el itinerario a través del material. Por lo tanto, la primera tarea del alumno, al iniciar una píldora de conocimiento, es estudiar cuidadosamente este guión. A continuación, el alumno puede completar sus conocimientos mediante el uso del resto de los materiales disponibles, tales como vídeos, lecturas, casos de ejemplo, etc. La idea principal para este nivel básico es proporcionar al profesional todo el material necesario. Después de terminar este nivel, se realiza la evaluación de los resultados del aprendizaje.

La estructura del nivel *intermedio* es bastante diferente. En este caso, el profesional se inicia con una breve revisión del nivel *principiante*. A continuación,

se propone un estudio de un caso simple. La estructura detallada de este nivel es la siguiente:

- Revisión del nivel *principiante*.
- Propuesta de un caso de estudio simple.
- Propuesta de soluciones. En este caso, el alumno debe buscar la información necesaria para solucionar este paso. El tutor guiará esta búsqueda.
- Escritura de un informe (con unos contenidos mínimos).
- Evaluación de los resultados de aprendizaje.

Por último, en el nivel *experto*, el aprendiz debe evaluar una arquitectura de seguridad. Para este nivel, la estructura detallada es:

- Revisión del nivel *intermedio*.
- Propuesta de una arquitectura de seguridad.
- Análisis detallado de la arquitectura de seguridad.
- Evaluación de diferentes soluciones.
- Escritura de un informe (con unos contenidos mínimos).
- Evaluación de los resultados de aprendizaje.

Como se puede ver, se utiliza WBL de manera intensiva. Además, la ruta de aprendizaje que el profesional debe seguir está definida por sus conocimientos previos. Por esta razón, la evaluación de estos conocimientos previos es un aspecto crítico de esta metodología.

### **8. Ejemplo de un caso de estudio siguiendo la aproximación RISKY**

La metodología propuesta en este trabajo se aplicó durante la reunión de coordinación del proyecto RISKY que se celebró en Junio de 2012 en las instalaciones de NOT (*Polish Federation of Engineering Associations*) en Ostrołęka (Polonia). En esta experiencia, se invitó a pequeñas y medianas empresas adheridas a NOT a un seminario, con una duración de medio día, con el fin de concienciar a los asistentes de la importancia de la formación en Seguridad e Inocuidad para sus negocios. Al final, 20 profesionales asistieron al seminario. Estos profesionales pertenecían a pequeñas y medianas empresas polacas de diversa índole, todas ellas interesadas en los campos de la Seguridad e Inocuidad, viendo esta reunión como una oportunidad de negocio, así como para mejorar y ampliar sus instalaciones.

El primer paso fue evaluar los conocimientos previos de los asistentes, tal y como se requiere en el enfoque propuesto. Este paso es de vital importancia para enfocar correctamente el objetivo y el alcance de los próximos pasos. Esta información, proporcionada por NOT Ostrołęka en nuestro caso, reflejaba un nivel muy bajo de conocimientos en el ámbito de la seguridad funcional por parte de los asistentes. En consecuencia, el resto de la reunión se programó para aumentar su conocimiento de la necesidad de formación relacionada con la seguridad. De esta forma, y utilizando la metodología WBL, se presentó un caso de estudio, que consistía en primer lugar en una charla de unos 30 minutos, utilizados para aumentar su conocimiento en el ámbito de la seguridad funcional basado en la norma IEC 61508 (Safety, 2010).

Después de explicar este caso de estudio, se evaluaron los resultados del aprendizaje. De acuerdo al enfoque propuesto, esta evaluación determinará si los estudiantes han logrado los objetivos de aprendizaje requeridos. En nuestro caso, el objetivo de la conferencia era aumentar la conciencia de los asistentes hacia el dominio de la seguridad funcional.

Como resultado final, se ha creado un grupo de interés formado por algunos de los miembros de NOT Ostrołęka que asistieron al seminario. Este grupo, que se suele reunir una vez al mes, intenta fomentar una cultura en Seguridad e Inocuidad en las pequeñas y medianas empresas de Polonia. Este grupo sigue activo actualmente.

Podemos concluir pues que el seminario alcanzó su objetivo, el de fomentar una cultura en el campo de la Seguridad e Inocuidad Informática. En consecuencia, el enfoque propuesto por el proyecto RISKY puede tener un futuro prometedor como un procedimiento sólido para la formación de profesionales en los ámbitos de Seguridad e Inocuidad.

## **9. Conclusiones**

Tal y como se ha visto en este trabajo, las necesidades de formación de los profesionales en Seguridad e Inocuidad no se abordan correctamente en la formación reglada. Los principales problemas surgen cuando se intenta establecer, en un único enfoque, las necesidades de las empresas en función de los resultados de aprendizaje, junto con la heterogeneidad de los conocimientos previos de los diferentes perfiles profesionales, así como la selección de un plan de formación adecuado para cada uno de estos perfiles.

Ya que la evaluación de las competencias profesionales en toda Europa es muy heterogénea, el proyecto RISKY utiliza metodologías WBL, ya que son las más adecuadas para las necesidades de los profesionales. Para ser útil, los resultados deben encajar en el marco europeo de la formación vocacional. Dado que los colegios profesionales son los que finalmente guiarán a los Estados europeos a la aceptación o rechazo de este tipo de formación, el proyecto RISKY se basa en un Consejo Consultivo Industrial (*Industrial Advisory Board – IAB*) que proporciona información sobre la adecuación de los materiales didácticos producidos.

De esta manera, se han propuesto una serie de cursos basados en una evaluación eficaz de los conocimientos previos, y común a toda Europa. Con esta evaluación, es posible establecer rutas de aprendizaje individualizadas.

Por último, se ha mostrado un ejemplo de la aplicación de esta metodología. De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos defender su éxito. De esta manera, no es suficiente con tener la capacidad funcional para el desarrollo de un sistema de seguridad crítica, sino que también es necesario probar que todo el personal involucrado en su desarrollo tiene la formación, los conocimientos técnicos, la experiencia y las cualificaciones requeridas. Por lo tanto, es esencial promover iniciativas como el proyecto RISKY que permitan la formación de profesionales en competencias de Seguridad e Inocuidad.

Como resultado final, y después de algo más de 2 años de investigación y desarrollo, la metodología específica de formación RISKY se ha puesto en marcha, desarrollándose para ello una herramienta de *e-learning* basada en la propuesta presentada en este trabajo.

## **Agradecimiento**

This work has been funded by the RISKY Leonardo da Vinci project (#2011-1-FR1-LEO05-24482) from the European Commission. This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

## **Referencias bibliográficas**

ACM, AIS e IEEE-CS (2006). *The Joint Task Force for Computing Curricula 2005, Computing Curricula 2005 - The Overview Report*, disponible en [http://www.acm.org/education/curric\\_vols/CC2005-March06Final.pdf](http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf).

CISCO (2014). Training & Certifications, disponible en <http://www.cisco.com/web/learning/training-index.html>.

European Commission (2014). European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS), disponible en [http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/ects\\_en.htm](http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/ects_en.htm).

European Commission (2014). Explanation of the 2013 Leonardo da Vinci Actions, disponible en [http://ec.europa.eu/education/tools/docs/da-vinci-actions-2013\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/education/tools/docs/da-vinci-actions-2013_en.pdf).

European Commission (2014). Sistema Europeo de Transferencia de Créditos para la Educación y la Formación Profesionales (ECVET), disponible en [http://europa.eu/legislation\\_summaries/education\\_training\\_youth/lifelong\\_learning/c11107\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/lifelong_learning/c11107_es.htm).

European Committee for Standardization (2012). *European ICT Professional Profiles*, disponible en <ftp://ftp.cen.eu/CEN/Sectors/List/ICT/CWAs/CWA%2016458.pdf>.

Fink, F., Rokkjær, O. y Schrey, K. (2007). Work Based Learning and Facilitated Work Based Learning. C. Borri y F. Maffioli (ed.), *Re-engineering Engineering Education in Europe*. Firenze University Press, Florencia, Italia.

Gracia-Morán, J. et al. (2013). Improving the Transfer of Safety and Security Competences to Industry: the RISKY approach, 14th European Workshop on Dependable Computing (EWDC 2013), Portugal, Mayo 15-16, pp. 185-189.

International Electrotechnical Commission, Technical Committee 65A (2010). *System aspects: Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-related Systems*. Technical Report, disponible en <http://www.iec.ch/functionalsafety/standards>.

ISACA (2014). ISACA Certification: IT Audit, Security, Governance and Risk, disponible en <http://www.isaca.org/CERTIFICATION/Pages/default.aspx>

Programa Leonardo da Vinci (2014). Página web del Organismo Autónomo Programas Educativos Europeos, disponible en <http://www.oapee.es/oapee/inicio/pap/leonardo-da-vinci.html>.

The Institution of Engineering and Technology (IET) (2007). *Competence Criteria for Safety-Related Systems Practitioners*, Blue Book.

TÜV Rheinland (2014). Disponible en <http://www.tuv.com/en/corporate/home.jsp>.