

Integración de conocimientos a través del desarrollo de un producto RAIS. Caso de estudio: ingeniería de software y bases de datos



Knowledge integration through development of a RAIS product. Case study: software engineering and data bases

Demián Gutiérrez

aniballeo@hotmail.com

Beatriz Sandia Saldivia

bsandia@ula.ve

Domingo Hernández Hernández

dhh@ula.ve

Gerard Páez Monzón

gerard@ula.ve

Pablo Lischinsky

puntoedu@ula.ve / lis.pablo@gmail.com

Universidad de Los Andes

Facultad de Ingeniería

Mérida, estado Mérida. Venezuela

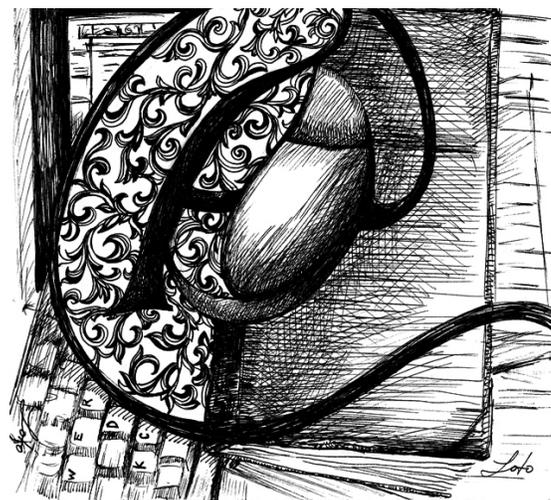
Artículo recibido: 27/10/2014

Aceptado para publicación: 05/12/2014

Resumen

El mundo actual plantea la necesidad de *aprender haciendo*, visualizando que las diferentes áreas del conocimiento están estrechamente relacionadas. Esto implica que es importante permitir a los estudiantes, además de la construcción de sus propios *saberes*, experimentar la interdisciplinariedad que existe entre las diferentes áreas. Es necesario definir elementos integradores que hagan que el estudiante interiorice la aplicabilidad del conocimiento, la gestión y el vínculo e interconexión entre las diferentes asignaturas. Este artículo presenta una experiencia práctica de la integración de los cursos de Ingeniería del Software y Bases de datos, bajo el enfoque del aprendizaje activo, implementando la estrategia de RAIS (Reproducción del Ambiente de Industrial en el Salón de Clase). Se presenta un modelo general, que puede ser ampliado y adaptado a la integración de los conocimientos de varias asignaturas y que pueden promover la inter y transdisciplinariedad del curriculum.

Palabras clave: aprendizaje activo, enseñanza de la computación, planes de estudios inter y transdisciplinarios.



Abstract

Today's world suggests the idea of learning by doing, taking into consideration that different knowledge areas are closely related between them. It underlines the importance of allowing students to experiment the interdisciplinary nature of these areas, and also the construction of their own knowledge. It is necessary to define the integrative elements that permit students to internalize the applicability of knowledge, management and interconnection between subjects. This article presents a practical experience of the integration of the subjects: Software Engineering and Data bases, from an active learning approach, introducing the RAIS strategy (Reproduction of the Industrial Environment in the Classroom). It is presented a global model that can be extended and adjusted according to the knowledge integration of subjects that can also promote an inter- and transdisciplinary curriculum.

Keywords: active learning, computer studies, inter and transdisciplinary programmes.

Introducción

La realidad mundial, de encontrarnos inmersos en la llamada sociedad del conocimiento, ha impactado enormemente al ámbito educativo universitario, exigiendo la formación de individuos capaces de adaptarse al dinamismo de los cambios continuos del conocimiento, y a la actualización constante en el desarrollo de destrezas y habilidades, que les permita la inserción en el mundo laboral formal.

Esta realidad obliga a transformar los procesos académicos dentro de las instituciones universitarias que apunten a dar respuesta eficiente a estos cambios. Se plantea la necesidad de formar profesionales capacitados para crear e innovar, para aprender a aprender, que construyan su propio conocimiento, capaces de transferir y relacionar ese conocimiento (Sandia, et al. 2011).

La estrategia RAIS (Reproducción del Ambiente Industrial en el Salón de Clase) se centra en el manejo integral del conocimiento para construir, crear, hacer, innovar y producir en un ambiente formal de aprendizaje. Para lograrlo, RAIS se fundamenta en cuatro elementos esenciales: el aprendizaje activo, por construcción y descubrimiento, el aprendizaje cooperativo y colaborativo, el aprendizaje a través del desarrollo de un producto y la reproducción del ambiente empresarial en el salón de clase (Sandia, et al. 2010). De esta manera, RAIS promueve la participación activa de los estudiantes en el proceso educativo, así como la incorporación de elementos transversales propios de las consideraciones de la UNESCO para la educación del siglo XXI (UNESCO, 1998).

RAIS busca simular la atmósfera de trabajo productiva y eficiente propia de la industria, transformando el ambiente del salón de clase en un conjunto de compañías de arranque, en el que los procesos de enseñanza y aprendizaje giran en torno al desarrollo y ejecución de un producto, que conduzca al logro de los objetivos educacionales, fomentando una cultura de individuos emprendedores. Para lograr reproducir el ambiente industrial, necesariamente se requiere de una jerarquía de responsabilidades que permita a los estudiantes desenvolverse de acuerdo a sus talentos, desarrollando competencias y habilidades propias de

la asignatura, al tiempo que descubren la utilidad de los contenidos temáticos, su aplicabilidad, y la interconexión entre conocimientos de distintas áreas.

RAIS plantea usar la simulación de un ambiente real como estrategia de formación, en la que los estudiantes se involucran activamente en la situación, en este caso en formar parte de una empresa de arranque que debe ejecutar un producto. Ballatore (2008) señala que la simulación como estrategia educativa posibilita el aprendizaje, al ofrecerle al estudiante un escenario práctico similar al de la realidad, incentivando la confianza y la seguridad en sí mismo y propiciando el aprendizaje a través de la toma de decisiones. RAIS supone un aprendizaje significativo a partir del cambio de estructuras mentales que se dan en los estudiantes, generado por su participación activa. La experiencia formativa en RAIS está dirigida al manejo, aplicación y experimentación del conocimiento; los estudiantes elaboran y comprueban sus propias hipótesis y conclusiones, buscando un aprendizaje realmente significativo a través del descubrimiento, discusión, consenso y verificación de datos. Es decir, los estudiantes a partir del desarrollo del producto construyen su propio conocimiento.

Como consecuencia de la reproducción de un ambiente de trabajo propio de la industria, la estrategia RAIS propone además un aprendizaje colaborativo, partiendo del principio según el cual la colaboración entre pares aumenta significativamente la motivación, estimula la creatividad, fomenta y facilita la comunicación, incentiva el sentido de responsabilidad y eleva el grado de satisfacción personal.

Por otro lado, la complejidad con la que la realidad mundial plantea los problemas desde las distintas dimensiones social, cultural, biológica, económica y política, requiere de la integración de los conocimientos, para abordar esos problemas y dar respuestas efectivas desde variadas visiones y puntos de vista. Esto nos lleva a plantear propuestas que enfatizan en la confluencia, interacción e integración de saberes, que revelen nuevas interrelaciones y perspectivas para abordar y comprender nuevos conocimientos, habilidades y destrezas (Comisión Nacional de Currículo, 2010).

López (2011) plantea la necesidad de empezar a conectar, contextualizar e integrar los contenidos de las distintas disciplinas a través de un conjunto de módulos interdisciplinarios que guarden una estrecha conexión entre sí. La estrategia RAIS facilita la integración e interconexión de conocimientos a través de un elemento integrador, el producto a desarrollar. Esto permite impulsar una visión más flexible e integrada

del enfoque educativo que apunte a la interconexión entre disciplinas, promoviendo la inter y transdisciplinariedad.

1. Integración de conocimientos

En general, la ordenación convencional de los currículos universitarios, diseñados bajo el enfoque por objetivos, plantea planes de estudio con contenidos enciclopédicos y totalmente disecionados, guiados por una malla curricular secuencial que indica la precedencia de las asignaturas a cursar. Estas mallas son diseñadas con contenidos programáticos que son requeridos en orden creciente por asignaturas que se encuentran en los niveles subsiguientes.

De esta forma, puede que los conocimientos no se visualicen y apliquen de manera integrada, o que el estudiante no siga el orden de la malla curricular y tome sus asignaturas en función de las posibilidades que le permita el régimen de prelações y la disponibilidad de tiempo. Esto genera como consecuencia que el estudiante sienta que su formación está siendo llevada a cabo como islas de áreas de conocimiento que no se conectan, y por ende no tenga una visión integrada.

López (2011) afirma que el enfoque ideal para lograr el pleno desarrollo de una competencia determinada es el inter o transdisciplinar, y que a partir de una única asignatura esto es casi imposible. Hace énfasis en que un buen plan de estudios de una determinada carrera tiene que estructurarse en un sistema de módulos más o menos integrados, en vez de en una serie de asignaturas parceladas y desconectadas.

Mientras se logran los cambios y transformaciones profundas curriculares, adaptados a la realidad actual y que apunten a la formación integral de individuos capaces de adaptarse al dinamismo de los cambios continuos del conocimiento, y a la actualización constante en el desarrollo de destrezas y habilidades, se deben promover acciones que permitan solventar esta situación. Así, en vez de diseñar planes de estudios basados en asignaturas entre las que no se establece, ni en la programación ni en la práctica, algún tipo de interrelación o interconexión, se deben incorporar elementos o módulos integradores interdisciplinarios que guarden una estrecha conexión entre sí, y que permitan demostrar la aplicabilidad de los conocimientos.

RAIS, haciendo uso de uno de sus preceptos, en los que se vislumbra la necesidad de construir y consolidar el conocimiento a través del desarrollo de un producto, permite plantear ese producto como elemento

integrador, que pueda ser ejecutado de manera colaborativa por dos o más asignaturas que se encuentren en una malla curricular de una carrera, logrando la conexión, contextualización e integración de los contenidos que se abordan en las distintas disciplinas. El producto debe tener necesidades que cumplir que llenen los objetivos a alcanzar por las asignaturas que lo van a desarrollar de manera conjunta.

Este trabajo plantea un modelo de integración de conocimientos para dos asignaturas, por medio de un elemento integrador fundamentado en el desarrollo de un producto común.

2. Organización en compañías

La estrategia RAIS establece que en cada asignatura los estudiantes se agrupan siguiendo una estructura organizacional similar a la establecida en el ámbito empresarial. Los estudiantes son organizados en compañías, de tal manera que cada asignatura puede tener varias compañías. La conformación de las compañías depende, entre otras cosas, de la naturaleza propia de la asignatura, de la matrícula estudiantil, y de la conveniencia para el desarrollo y ejecución del producto.

3. Selección del producto

El elemento esencial para la integración de los conocimientos de ambas asignaturas es el producto común a ser desarrollado. Este producto será ejecutado por los estudiantes de ambas asignaturas. Es importante resaltar que en algunos casos, sea posible que una de las dos compañías tenga mayor control sobre el producto final que la otra. Por ejemplo, la asignatura A produce los requisitos para la elaboración del producto, y la asignatura B produce los insumos o nuevos subproductos que satisfacen los requisitos de la asignatura A. En éste último caso es claro que la asignatura A tiene el control sobre el producto y sus requisitos, pero podría darse el caso en que ambas simplemente hagan aportes indistintos para cumplir con el producto a desarrollar.

4. Proceso de integración

En la Figura 1 se presenta cómo se puede llevar a cabo el proceso de integración entre dos asignaturas, llamadas en este caso de forma general A y B. Durante el proceso de integración se organizan reuniones periódicas entre las distintas compañías de la asignatura A y de la asignatura B, generándose ciclos de preguntas y respuestas, aclaratorias de dudas y reso-

lución de las inconsistencias que aparecen a medida que se van realizando las distintas actividades asociadas al desarrollo del producto.



Figura 1. Proceso de integración a alto nivel entre asignaturas y compañías de dos cursos.

Se puede dar, entre otros, el caso de que las compañías de una asignatura desarrollen especificaciones formales del producto a elaborar, y que luego estas especificaciones sean discutidas con las compañías correspondientes de la otra asignatura, para así obtener la realimentación adecuada para mejorar las especificaciones, etc. Desde un punto de vista se observa que este ciclo requerir-trabajar-integrar-discutir se da a lo largo de todo el desarrollo del curso.

El proceso de desarrollo de un producto está conformado por un conjunto de actividades o tareas que deben realizar cada uno de los miembros de las distintas compañías que se conformen para llevarlo a cabo, tal y como se da en la vida industrial o empresarial.

En la estrategia RAIS los estudiantes de las asignaturas se dividen en grupos que representan compañías de desarrollo. En éste caso, se tienen dos asignaturas A y B en las que distintas compañías van a desarrollar un producto compartido. Cada compañía se encarga de aquella parte del producto de su competencia, de acuerdo a los objetivos a cumplir o destrezas a adquirir en la asignatura.

De igual forma, surge la necesidad de tratar el producto de forma integral, de modo que se puedan conectar e interrelacionar los distintos aportes de cada compañía.

En la Figura 2 se presenta el diagrama de actividades realizado en lenguaje UML[8] que describe de forma genérica la interrelación entre las actividades a desarrollar, por las compañías conformadas en cada asignatura, en el proceso de elaboración, así como el espacio común de trabajo colaborativo que se gesta del proceso de integración.

La Figura 2 muestra tres carriles donde se señalan las actividades que se deben llevar a cabo cada asignatura, así como los elementos de intercambio, dialogo e integración que se dan el área de trabajo común.

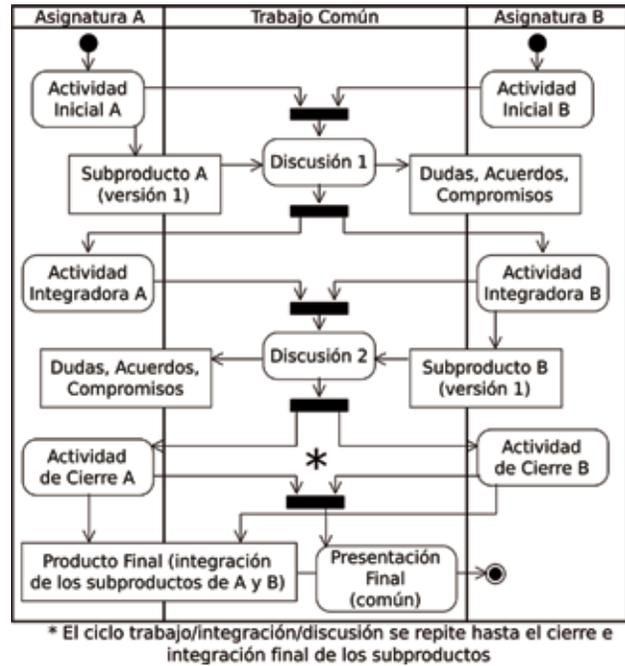


Figura 2. Proceso detallado de integración entre asignaturas y compañías de dos cursos.

Se plantea un proceso iterativo en el que una de las asignaturas usualmente es la que lleva la dirección, aunque esto no siempre tiene que ser así, y la otra sirve de subcontratista, aportando sus contribuciones en el desarrollo del producto. Cada una de las compañías aporta una parte de la solución del problema, esta colaboración se da de forma cíclica y evolutiva.

La compañía A genera un subproducto A que le sirve a la compañía B como insumo, este subproducto se critica, se discute, se aclara para que luego la compañía B genere un subproducto que va a ser usado por la compañía A. Este subproducto B también se discute, así el ciclo se repite con cuantos subproductos sean generados y cuantas veces sea necesario. En algunos casos el resultado de cada iteración es un subproducto nuevo que es necesario para resolver un problema particular para el producto definitivo, mientras que en otros casos el resultado es la refinación continua y evolutiva de un subproducto particular.

Al final de ambas asignaturas, el resultado es un producto completamente funcional e integrado que tiene aportes de ambas compañías, y que de hecho es defendido públicamente por ambos grupos.

En resumen, para implantar el modelo integrador es necesario 1) encontrar asignaturas que puedan

complementarse y beneficiarse unas de otras y que puedan desarrollar productos ambiciosos y complejos de forma colaborativa, 2) es necesario definir los subproductos concretos y el valor que cada compañía debe aportar al producto común, y luego, es necesario definir 3) un esquema de actividades que permita el trabajo en conjunto.

5. Caso de estudio: ingeniería de software y bases de datos

Esta sección presenta una instanciación particular del proceso de integración, en la que se muestra como las asignaturas de Ingeniería de Software y Bases de Datos pueden colaborar para desarrollar un producto de software. Ambas asignaturas son dictadas en la Escuela de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, en Mérida-Venezuela.

5.1. Descripción de las asignaturas

El curso de Ingeniería de Software (IS) tiene como objetivo asegurar que el estudiante pueda desarrollar aplicaciones programadas de forma ordenada, cumpliendo con los requerimientos del cliente, con la calidad adecuada y dentro de márgenes de costo razonables, así como formar al estudiante a nivel básico en el área de Arquitectura de Software. La asignatura se ubica en el séptimo semestre del pensum de Ingeniería de Sistemas y contempla una carga horaria de cuatro horas teóricas y dos prácticas a la semana.

El objetivo del curso de Bases de Datos (BD) es lograr que el estudiante sea capaz de diseñar, desarrollar e implementar modelos de datos usando un sistema de gestión de bases de datos, así como que sea capaz de escribir consultas en SQL (Structured Query Language). Además se plantea que el estudiante pueda usar distintas arquitecturas y alternativas tecnológicas de acceso a datos tales como: DAOs (Data Access Objects), DOs (Data Objects), ORMs (Object-Relational Mapping), y que pueda implementar programas que usen estas tecnologías para conectarse a una base de datos. Al igual que el curso de IS, está ubicado en el séptimo semestre del pensum de Ingeniería de Sistemas y contempla una carga horaria semanal de cuatro horas teóricas y dos prácticas. Cabe señalar que no existe una prelación definida entre ambos cursos, de modo que es posible encontrar estudiantes que estén cursando sólo uno u otro de los cursos, y otros que estén cursando ambos al mismo tiempo.

5.2. Implantación de la integración de conocimientos

A continuación, basado en el modelo planteado anteriormente, se muestra el proceso de integración para

el caso particular de Ingeniería de Software (IS) y Bases de Datos (BD). Es importante señalar, que el modelo presentado en la Figura 2 es en extremo general, lo que implica que deben definirse los detalles particulares para las asignaturas que se desean integrar y para el contexto en él se desenvuelve dicho proceso de integración.

a. Organización en compañías

Antes de describir el proceso de integración de las dos asignaturas es necesario detallar la forma en que se organizaron las compañías. Inicialmente se conformaron las compañías de IS, que en cierta medida fueron las que coordinaron todo el proceso de desarrollo del producto. Esto en virtud de que las compañías de IS generan lineamientos y requisitos que son utilizados como insumos por las compañías de BD para desarrollar el modelo de datos requerido por el producto a desarrollar.

Las compañías de IS definieron su visión del producto en función de un tema inicial definido por el profesor (ver siguiente sección). Posteriormente, a cada compañía de IS se les asignó una compañía de BD, que fue la encargada de desarrollar el modelo de datos del producto.

Para facilitar todo el proceso, se procuró que aquellos estudiantes que estuvieran cursando de forma simultánea ambas asignaturas quedaran en compañías de IS y BD que estuviesen trabajando en el mismo producto. Esto garantizó que las compañías de IS y BD que estuvieran cooperando tuvieran siempre al menos un estudiante en común entre ambas asignaturas, lo que facilitó la comunicación y la cooperación.

Tal como lo especifica la estrategia RAIS, se designó un gerente y un director por cada compañía de IS, estructura que se replicó de forma similar para cada compañía de BD (Figura 3). Los Gerentes entre otras cosas están a cargo de la comunicación con el Jefe Ejecutivo/Profesor, de escribir los informes de actividades, apoyar en la comunicación interna de la compañía y servir de facilitador para que la compañía funcione adecuadamente. Si bien siempre se discutió y se hizo el seguimiento de las compañías como un todo, el enlace principal entre el Jefe Ejecutivo/Profesor y la compañía se hizo por medio del Gerente.

b. Selección del producto

El producto definido a desarrollar para ambas asignaturas fue un “Juego web Masivo de Rol, enmarcado en un ambiente medieval”. Cada compañía de IS tomó este tema y lo adaptó luego a su propia visión, llegando inclusive y de forma negociada con el Jefe Ejecutivo/Profesor a cambiar algunos aspectos

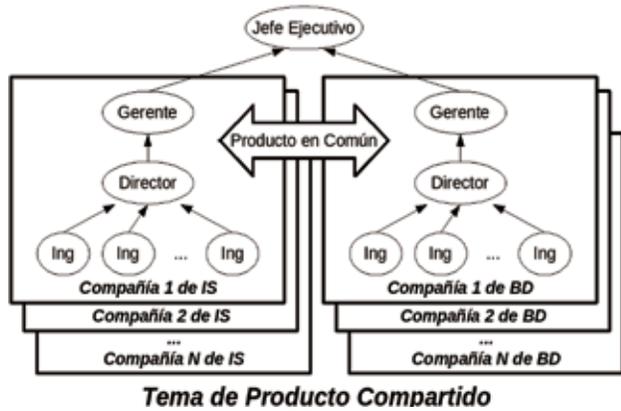


Figura 3. Organización de las compañías para los cursos de IS y BD.

superficiales del tema original. Por ejemplo, algunas compañías desarrollaron un juego basado en un “ambiente espacial” en lugar de un “ambiente medieval”. Independientemente de tener un tema común, cada compañía desarrolló un producto original y bien distinguible de las demás compañías.

El producto se definió de forma global para ambas asignaturas como una aplicación multicapas (Shaw & Garlan, 1996), para lo que el curso de IS aportaba los aspectos relacionados con la especificación de requerimientos, diseño e implementación de la aplicación, y el curso de BD lo relacionado con el diseño e implementación del modelo de datos, así como la implementación de la capa de persistencia utilizando el patrón DAO y una implementación alternativa de la capa de datos utilizando un almacén ORM.

El producto seleccionado cubre adecuadamente el contenido programático de ambas asignaturas y es lo suficientemente complejo como para representar un verdadero reto a los estudiantes y generar un volumen de trabajo adecuado que permite mantener una presión constante sobre los estudiantes, y que estos se sientan suficientemente ocupados a lo largo del desarrollo del curso.

La interacción entre las compañías de IS y BD se puede ver como una “alianza estratégica”, es decir, debe quedar claro en la cultura de ambas asignaturas que el producto final es responsabilidad conjunta. Las compañías de IS y de BD son responsables, en conjunto, del éxito o fracaso del producto, siendo el proceso de integración uno más de los retos a afrontar por los estudiantes.

c. Proceso de integración

Para desarrollar el producto y lograr la integración, las compañías de IS definieron en detalle las características del producto a desarrollar y generaron una

especificación inicial de requerimientos. Esta especificación inicial fue compartida con las compañías de BD, quienes la analizaron y encontraron carencias, inconsistencias y generaron preguntas y dudas. Esto generó un proceso de discusión entre ambas compañías, por medio del cual se fueron refinando los documentos y modelos usados para especificar los requisitos (Figura 4).

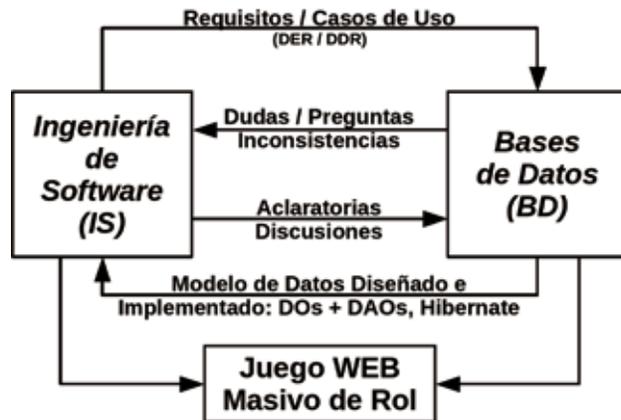


Figura 4. Proceso de integración a alto nivel entre las asignaturas y compañías de IS y BD.

De forma iterativa y evolutiva, las compañías de BD desarrollaron un modelo conceptual, que compartieron y discutieron de forma continua con las compañías de IS. Este modelo se transformó en el modelo de datos implementado que le da soporte a la aplicación.

Esta discusión dinámica fue en extremo importante, porque permitió a los estudiantes comprender las distintas visiones que distintos equipos pueden tener sobre un mismo documento, especificación o modelo en particular, permitiendo sobre todo que los estudiantes de IS comprendieran lo importante de escribir buenas especificaciones. De forma adicional, la discusión sobre los documentos de IS, el modelo conceptual y el modelo de datos fue un factor integrador importante, ya que permitió a los estudiantes de IS involucrarse con algunos aspectos de BD y viceversa. Por ejemplo, como consecuencia de esto, los estudiantes de IS reforzaron sus habilidades para entender y desarrollar modelos de datos, aun cuando no hubieran cursado aún BD, y de la misma forma, los estudiantes de BD se involucraron con algunos conceptos y proceso básicos de Ingeniería de Software, Arquitectura de Software, entre otros.

Las Figuras 5 y 6 muestran un diagrama de actividades que describe de forma más detallada la interacción general entre las compañías de IS y BD. A la izquierda se muestran las actividades y subproductos generados por las compañías de IS, a la derecha se

muestra el trabajo correspondiente a las compañías de BD y en el medio las actividades y productos comunes a ambas compañías.

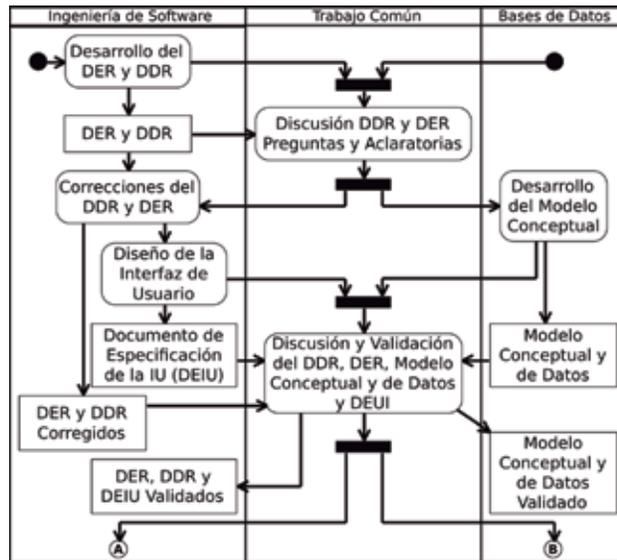


Figura 5. Proceso detallado de integración entre asignaturas y compañías (primera parte).

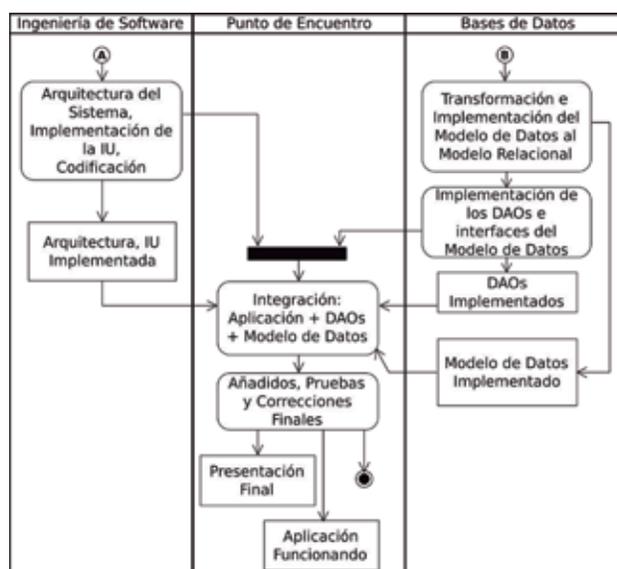


Figura 6. Proceso detallado de integración entre asignaturas y compañías (segunda parte).

Para desarrollar el producto e integrar las asignaturas se utilizó un proceso estructurado de tipo “cascada” como el que se muestra en las Figuras 5 y 6. Sin embargo, con el tiempo y en ediciones posteriores de los cursos de IS y BD, se ha evolucionado hacia el uso de métodos ágiles de desarrollo de software, y actualmente se está utilizando Scrum (2013).

En una primera fase, las compañías de IS trabajaron intensivamente en generar un modelo de requisitos adecuado. En este caso particular se desarrolló un Documento de Especificación de Requisitos (DER)

y un Documento de Definición de Requisitos (DDR). Es importante resaltar que es crítico que las compañías de IS desarrollen la visión del producto y estos documentos lo más rápido posible, ya que estos son insumos fundamentales para que las compañías de BD comiencen a trabajar.

En general, las compañías de IS estuvieron preparadas para comenzar a trabajar en los documentos luego de una breve capacitación en el área de requisitos. El trabajo de las compañías de BD comenzó aproximadamente entre tres a cuatro semanas después del inicio del curso, cuando las compañías de IS tenían ya una versión inicial de los requisitos suficientemente documentada y refinada como para iniciar la discusión.

Es importante resaltar que durante las tres semanas iniciales mientras las compañías de IS desarrollaron los documentos de requisitos, en el curso de BD se empleó el tiempo para capacitar a las compañías en lo relacionado al desarrollo de modelos conceptuales y modelos de datos utilizando UML (Unified Modeling Language), ERE (Entidad Relación Extendido) y otras técnicas propias de la asignatura (Booch & Rumbaugh & Jacobson, 2006; Sommerville, 2005; Elmasri & Navathe, 2002).

Las cuatro semanas iniciales son críticas para la correcta evolución de los cursos. Es necesario garantizar que las compañías de IS generen requisitos de buena calidad, que sean coherentes, que estén bien documentados y que sean entregados dentro de los lapsos de tiempo especificados. Todo esto se logra por medio del seguimiento cercano del desarrollo de los requisitos, así como resaltando y haciendo explícitas a las compañías las implicaciones de un retraso en la entrega de los documentos de requisitos.

Una vez que se dan las primeras discusiones entre las compañías de IS y de BD se comienzan a refinar los documentos y modelos. Las compañías de IS toman en cuenta las sugerencias realizadas por las compañías de BD en relación a los documentos de requisitos, y estas últimas a su vez van desarrollando un modelo conceptual que van discutiendo y enriqueciendo con la retroalimentación de las compañías de IS. Eventualmente, las compañías de IS comienzan a desarrollar un Documento de Especificación de la Interfaz de Usuario (DEIU) del producto y esto es utilizado como herramienta de discusión con las compañías de BD y como medio para aclarar y documentar algunos requisitos. La Figura 5 muestra que con todos estos modelos y documentos se producen una serie de discusiones de las cuales se generan versiones depuradas de los DER, DDR y DEIU, así como un

modelo conceptual y de datos que se utilizarán a lo largo del desarrollo del producto durante el resto de los cursos.

En la Figura 6, se observa que las compañías de IS se concentran en definir la arquitectura del sistema, que generalmente es una arquitectura web de dos o tres capas, además de comenzar a implementar la interfaz de usuario y desarrollar la lógica básica de la aplicación. En general, en este punto se trabaja con tecnologías bien definidas y se imparten una serie de talleres básicos sobre las tecnologías específicas a utilizar.

De igual forma, las compañías de BD comienzan a implementar el modelo de datos, lo traducen al modelo relacional, lo implementan en un sistema de gestión de bases de datos específico, desarrollan los DOs, DAOs y modelos de ORM según sea necesario. En esta fase, el modelo de datos implementado (junto con los DOs, DAOs, etc) se vuelve crítico y puede generar retrasos en el trabajo de IS si no se termina a tiempo.

En general, las compañías de IS no pueden avanzar si el modelo de datos no está listo y es necesario, en algunos casos, que éstas trabajen por un tiempo con “mockobjects”, es decir, con un modelo de datos simulado no persistente, de forma que puedan avanzar en paralelo con las compañías de BD.

Posteriormente, se genera una dinámica en la que se va integrando el trabajo de las compañías de IS y BD, se realizan pruebas finales y se genera un producto funcional. Esta dinámica final genera un nuevo reto de integración y comunicación en la que ambas compañías tienen que trabajar de forma muy compenetrada para lograr el objetivo final.

Finalmente, las compañías elaboran un documento que contiene todos los documentos y modelos elaborados durante el curso, así como una presentación final que sirve como base para defender el producto. Este documento y la presentación son comunes para cada par de compañías de IS y BD que estén cooperando, es decir, las compañías de IS aportan su trabajo: DER, DDR, DEIU, Especificación de la Arquitectura de Software y Pruebas Realizadas, mientras que las compañías de BD aportan su parte: Modelo Conceptual, Modelo de Datos, Esquema Relacional, Arquitectura de Datos, etc. La presentación final se hace en conjunto y cada compañía defiende su parte.

Durante el diseño, desarrollo y actividades de prueba, las compañías y el profesor, como jefe ejecutivo, trabajan juntos con el fin de generar los resultados de cada iteración. La función del jefe ejecutivo juega un

papel de apoyo preponderante para ayudar que los estudiantes logren los objetivos de los productos de software planteados, similar a la función del instructor que plantea Ernesto Expósito (2010) en el método yPBL.

Por último, el producto se expone públicamente. En el caso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, se está formando el hábito de instalar al final del semestre exposiciones o ferias de productos en el patio central, con el fin de compartir los productos desarrollados a lo largo de todo el semestre, con los miembros de la comunidad.

d. Sistema comunicacional

La estrategia RAIS plantea que el proceso de desarrollo del producto se sustente en un sistema comunicacional que permita llevar a cabo el seguimiento constante de la ejecución del producto, así como dar el soporte al trabajo colaborativo y cooperativo entre los miembros de cada una de las compañías. Para este caso en particular, se utilizó un foro web como sistema comunicacional.

En el foro existen secciones específicas para cada compañía, así como secciones generales para cada asignatura. Los estudiantes pueden utilizar las secciones de sus compañías para la discusión interna, organización del trabajo en compañía, publicación de requerimientos, informes de actividades, entre otras. Las secciones generales de las asignaturas se utilizan para publicar preguntas generales sobre el área y para gestionar la logística global de los cursos. Este sistema comunicacional tiene como ventajas que es público, accesible, de fácil uso, y permite la comunicación síncrona y asíncrona. Además, permite registrar todos los mensajes realizados, lo que asegura tener una memoria histórica de lo que va sucediendo a lo largo del curso. El sistema comunicacional es un aspecto crítico y de gran importancia en la integración de los cursos y de las compañías, así como de los conocimientos, ya que permite mantener en constante contacto a todos los miembros de ambas asignaturas a lo largo del desarrollo del producto común.

5.3. Resultados del caso de estudio

Los resultados que se presentan en este trabajo, están referidos a la integración de conocimiento de los cursos de Ingeniería de Software y de Base de Datos durante los semestres A-2010, B-2010 y A-2011, implementando la estrategia RAIS.

Cada una de estas experiencias se evaluó a través de una encuesta anónima aplicada indistintamente a los estudiantes de ambas asignaturas para medir la satisfacción por los logros alcanzados durante el curso y

la percepción que tuvieron los estudiantes de la estrategia RAIS.

Este cuestionario consta de una estructura de 10 preguntas cerradas (Tabla 1), que cubren los objetivos antes señalados, valoradas con una escala del 1 al 5, desglosada de la siguiente manera: Muy alta (5), Alta (4), Moderada (3), Baja (2), Muy baja (1).

Tabla 1. Resultados encuesta RAIS.

#	Pregunta	Promedio
1	La estrategia RAIS le permitió descubrir y construir su propio conocimiento.	4.21
2	La estrategia RAIS le permitió estimular el emprendimiento y la creatividad.	4.28
3	La estrategia facilitó la aplicación y experimentación de conocimientos.	4.20
4	La estrategia propició hábitos de responsabilidad y disciplina para lograr un trabajo efectivo y de calidad.	4.35
5	La organización en compañías le permitió sumar esfuerzos, capacidades y competencias con sus compañeros para obtener el producto planteado.	3.75
6	El seguimiento constante del desarrollo del producto le permitió obtener una retroalimentación oportuna para resolver problemas y dudas.	4.35
7	El rol del profesor como Jefe Ejecutivo le dio mayor solidez a la relación con los estudiantes.	4.51
8	Considera que se cubrieron sus expectativas académicas.	4.55
9	La dinámica RAIS aumentó su motivación.	4.28
10	Se siente satisfecho por lo ejecutado y logrado.	4.22
Promedio general:		4.27

De estos resultados pudo observarse que en todas las experiencias los estudiantes, en general, se sintieron satisfechos por lo ejecutado y logrado, aumentando su nivel de motivación. Se observó también que los estudiantes percibieron que la estrategia les permitió descubrir y construir su propio conocimiento, así como estimular el emprendimiento y la creatividad.

Es importante resaltar que el valor más bajo se obtuvo en ítem No. 5 (3.75), que está asociada al beneficio de la organización en compañías. Este resultado puede deberse a que la estrategia RAIS implica compromiso y responsabilidad grupal, así como competencias de trabajo cooperativo y colaborativo, que en

su mayoría los estudiantes no han desarrollado. Esto es visto por los estudiantes como un aspecto negativo de la organización en compañías, por lo que afecta la evaluación de este punto particular de la encuesta.

En cuanto a los productos desarrollados se pueden destacar cuatro juegos web masivos de Rol: Misterios de Munrael, BloodTime y Lanter Corps Academy, desarrollados en Java, Echo3, MySQL y PostgreSQL. Además, un juego Cliente-Servidor desarrollado en Java: MagicRoot (Gutiérrez, 2011). Cada uno de los productos tiene en promedio entre 20.000 y 30.000 líneas de código en Java, una base de datos con alrededor de 20 tablas y entre 30 y 50 casos de uso de funcionalidad. Algunos, como MagicRoot, tienen una arquitectura de software bastante compleja.

La integración entre ambas asignaturas permitió que las compañías de IS se concentraran en el proceso de desarrollo y en la codificación de la aplicación, mientras que las compañías de BD lo hacían en el desarrollo del modelo de datos. Esto implica que los estudiantes puedan contextualizar el conocimiento adquirido en cada asignatura en función de la otra.

Adicionalmente, la interacción entre las compañías de IS y BD promueve el desarrollo de valores transversales de comunicación, trabajo en equipo y responsabilidad, entre otros, ya que es un reto para los gerentes e ingenieros de las compañías coordinar las actividades y trabajar de forma conjunta entre ambos cursos.

Es importante resaltar que con la implementación de la estrategia de integración de IS y BD ha habido un incremento sustancial en la motivación (fundamento de la estrategia RAIS), además de un desbordamiento en la creatividad y productividad estudiantil, así como el desarrollo de una actitud emprendedora.

6. Conclusiones y recomendaciones

Este artículo presenta una visión y un modelo integrador de conocimientos basado en la estrategia RAIS, mostrándose su aplicabilidad en el caso de estudio, en el que se integran las asignaturas de Ingeniería de Software y de Bases de Datos.

El modelo de integración se basa fundamentalmente en la existencia de un elemento integrador de conocimientos, que en concordancia con la estrategia RAIS es el producto común a ser desarrollado por las asignaturas integradas. Este elemento sirve de sustrato para la sinergia integradora y permite al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos, desarrollar un conjunto de habilidades, competencias y despertar

talentos. El modelo de integración planteado en este trabajo muestra un conjunto de características tales como flexibilidad, adaptabilidad y completitud, lo que permite su instanciación para integrar una gran variedad de asignaturas, independientemente de su ubicación en el pensum de estudio y del número de asignaturas a integrar.

Para implantar el modelo es necesario tener presente el tipo de asignaturas que pueden complementarse y beneficiarse unas de otras, así como la medida en que las asignaturas pueden desarrollar de forma integrada productos más complejos y ambiciosos, en contraste con los que pueden desarrollar cada una por su cuenta. De forma adicional, se deben definir subproductos concretos, el valor que cada compañía debe y puede aportar al producto, así como definir un esquema general de actividades para el trabajo en conjunto.

Es importante observar que en función de la flexibilidad del modelo, la estructura gerencial u organizacional de las compañías definida por RAIS puede variar. Esto dependerá de un conjunto de variables tales como las características del producto a desarrollar, de la naturaleza particular de las asignaturas a integrar, de la matrícula estudiantil de cada asignatura, de la cantidad de asignaturas a integrar, de la cantidad de profesores que participen, entre otras. Esto genera que en algunos casos aparezcan nuevos roles en la estructura organizacional. Por ejemplo, puede presentarse la necesidad de tener un mismo gerente de producto para dos compañías de distintas asignaturas integra-

das. Este gerente de producto, es un estudiante que cursa de forma simultánea ambas asignaturas y está encargado del producto como un todo, lo que permite tener una visión y gestión global del producto.

La integración de equipos de trabajo de distintas asignaturas y la sincronización de tareas para lograr una meta común, permite a los estudiantes desarrollar competencias y habilidades propias del trabajo colaborativo integrado de un ambiente real industrial. De forma transversal, la integración de equipos ayuda a cultivar valores humanos como el respeto de ideas, la responsabilidad y el compromiso.

Es importante señalar la necesidad imperiosa de que exista un sistema comunicacional, basado en las tecnologías de información y comunicación, que facilite el proceso de integración de conocimientos, el trabajo colaborativo entre las compañías y el seguimiento constante del producto.

Independientemente de la estrategia de integración utilizada, en la edad del conocimiento es necesario romper las islas de saber y promover estrategias integradoras que permitan brindar a los estudiantes conocimiento significativo e interconectado. El modelo de integración presentado en este artículo es una herramienta que permite que las instituciones educativas transiten por un camino de cambio en el modelo educativo, ayudándolas a pasar de un modelo tradicional a un modelo más flexible, integral, inter y transdisciplinario. ©

Demián Gutiérrez. Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Los Andes. Profesor Instructor de la Escuela de Ingeniería de Sistemas, ULA. Trabaja en las áreas de Programación, Ingeniería de Software, Bases de Datos y Computación Gráfica.

Beatriz Sandía Saldívar. Ingeniero Civil de la Universidad de Los Andes, Venezuela. MSc en Tecnología Educativa de la George Washington University, USA. Doctora en Tecnología Educativa de la Universidad de Las Islas Baleares, España. Profesora Titular de la Facultad de Ingeniería de la ULA. Trabaja en las áreas de la educación universitaria, tecnología educativa, y geometría descriptiva.

Domingo Hernández Hernández. Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Los Andes. MSc. en Computación, ULA. Profesor Titular de la Escuela de Ingeniería de Sistemas, ULA. Trabaja en las áreas de Programación, Sistemas de Información y Base de Datos. Profesor del Postgrado de Computación de la ULA.

Gerad Páez Monzón. Ph.D y MSc. en Sistemas Computacionales de la Pierre et Marie Curie-Paris 6. Profesor Titular de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, Venezuela. Trabaja en las áreas de arquitectura de computadores, microprocesadores, procesadores matemáticos y diseño de circuitos integrados.

Pablo Lischinsky. Ingeniero de Sistemas, ULA. MSc. Ingeniería de Control ULA. Doctor en Automatización INPG, Francia. Profesor titular jubilado de la Escuela de Ingeniería de Sistemas, ULA. Trabaja en el área de desarrollo de software mediante consultoría y capacitación. Es certificado Scrum Master y trabaja en la difusión del desarrollo ágil de software.

Bibliografía

- Ballatore, Maricela. (2008). *Ambientes empresariales simulados: la simulación en la formación*. Documento electrónico. Disponible en <http://competitividadempresarial.bligoo.com>. [consultado el 13 de diciembre de 2012]. México.
- Booch, Grady & Rumbaugh, James & Jacobson, Ivar. (2006). *El Lenguaje Unificado de Modelado*. Madrid, España: Pearson Education. 2da. Edición.
- Comisión Nacional de Currículo. (2010). *III Reunión Nacional de Currículo y II Congreso Internacional de Calidad e Innovación en la Educación Superior. Documento Nacional: Orientaciones para la Transformación Curricular Universitaria del siglo XXI*. Caracas, Venezuela.
- Elmasri, Ramez & Navathe, Shamkant. (2002). *Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos*. España: Addison Wesley. 3ra Edición.
- Expósito, Ernesto. (2010). *yPBL methodology: a problem-based learning method applied to Software Engineering*. IEEE EDUCON. Education Engineering 2010. The Future of Global Learning Engineering Education. Madrid, España.
- Gutiérrez, Demian. (2011). *Blog: CodeCompiling. Compañías y productos RAIS*. A 2011. Disponible en: <http://www.codecompiling.net/node/128> [consultado el 10 de mayo de 2012]. Mérida, Venezuela.
- López Ruíz, Juan Ignacio. (2011). Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por competencias. *Revista de Educación*, 356. Septiembre-Diciembre 2011, pp. 279-301. Universidad de Sevilla, España.
- López Ruíz, Juan Ignacio. (2011). Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por competencias. *Revista de Educación*, 356. Septiembre-Diciembre 2011, pp. 279-301. Universidad de Sevilla, España.
- Sandia, Beatriz, et al. (2010). RAIS: Una Estrategia para el Manejo Integral de Conocimiento, Experiencias en Ingeniería, III Congreso Venezolano de Enseñanza de la Ingeniería, Mérida, Venezuela. Octubre 2010.
- Sandia, Beatriz, et al. (2011). Enseñanza de la Ingeniería Reproduciendo un Ambiente Industrial. Un Manejo Integral de Conocimiento. *Revista Educere*. Año 15, No. 51. pp. 379-388. Mayo-Agosto 2011. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/34575>.
- SCRUM. Programación Ágil. (2013). Disponible en: <https://www.scrum.org/>. Sin más datos.
- Shaw, Mary & Garlan, David. (1996). *Software Architecture. Perspectives on an emerging discipline*. NJ, Estados Unidos: Prentice Hall. 1° Edition. 10.
- Sommerville, Ian. (2005). *Ingeniería del Software*. Madrid, España: Pearson Education. 7° Edición.
- UNESCO. (1998). Declaración Mundial sobre la educación Mundial en el Siglo XXI: Visión y Acción. Disponible en: http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm. [Consultado el 25 de noviembre de 2012].

