

Experiencia en la adaptación del modelo Learning Factory y uso de TIC en un curso de Redes y Seguridad de Computadoras a nivel universitario

Enrique Ayala Franco¹, Jorge C. Reyes Magaña¹, Francisco Moo Mena¹, Juan F. Garcilazo Ortiz¹

¹ Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida-Yucatán, México
{enrique.ayala, jorge.reyes, mmena, gortiz}@uady.mx

Resumen

El modelo del Learning Factory ha probado su efectividad al proveer entornos que facilitan el desarrollo de estrategias de aprendizaje activas que se basan en la vinculación con la industria. En el presente trabajo se comparten las experiencias adquiridas al adaptar/implementar el modelo del Learning Factory en la planeación y desarrollo de un curso de Redes y Seguridad de Computadoras de nivel universitario. El propósito fue lograr el aprendizaje significativo de los estudiantes mediante la incorporación de diversas estrategias de enseñanza-aprendizaje teniendo como eje del curso, el desarrollo de proyectos tecnológicos realistas solicitados por la industria local del área de redes y sistemas distribuidos y mediante la habilitación de un espacio de trabajo para facilitar el trabajo autónomo y colaborativo para el desarrollo de las competencias demandadas en la región. La planeación, implementación, operación y evaluación del curso involucró a profesores de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, México, y a empresas con quienes se establecieron vínculos de colaboración. Para el desarrollo de las actividades y estrategias educativas se utilizaron herramientas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) que contribuyeron al logro de los objetivos de aprendizaje.

Palabras clave: Fábrica de aprendizaje, modelo pedagógico, competencias, educación en tecnología, redes de computadoras, vinculación, proyectos realistas, aprendizaje significativo.

Abstract

The Learning Factory model has proven effectiveness in providing environments that facilitate development of active learning strategies based on relationships with industry. In this paper lessons learned to adapt/implement the Learning Factory model in the planning and development of a course in Computer Networks and Security at the under-graduated level are shared. The main goal was to achieve meaningful student learning by incorporating various teaching and learning strategies, focusing on the development of realistic technological projects requested by local industry in the area of distributed systems and networks, by enabling a workspace to facilitate autonomous and collaborative work in order to develop required skills. The planning, implementation, operation, and evaluation of the course involved Professors from the Faculty of Mathematics of the University of Yucatán, México, and companies with whom collaborative relationships were established. For the development of activities and teaching strategies, information and communication technology tools (ICT) that contributed to the achievement of the learning objectives were used.

Key words: Learning Factory, pedagogical model, skills, education technology, computer networking, relationships with industry, realistic projects, meaningful learning.

1. Introducción

Desde hacen algunos años, con los cambios acelerados en la economía mundial y con la llegada de nuevas tecnologías computacionales y de telecomunicaciones, las instituciones educativas de nivel superior se han visto en la necesidad de replantear sus modelos educativos [1]. De igual forma, reconocen las tendencias globales en educación superior [4], entre otras: cambios profundos en la pedagogía para la enseñanza basada en competencias y el aprendizaje activo, la redefinición de los roles de profesores y alumnos, nuevos perfiles profesionales, la necesidad de un mayor conocimiento de la realidad local y global, el desarrollo de capacidades para adaptación al cambio, así como un mayor compromiso ético y social; con una educación basada en el aprendizaje en donde el estudiante asume su compromiso con su formación. Como eje de estos cambios se plantea la búsqueda de consensos entre la comunidad académica y la profesional, para lograr una formación de los egresados en función de las necesidades de la sociedad.

Tradicionalmente, la educación se ha centrado en los contenidos de las asignaturas, con un fuerte enfoque teórico y conceptual y ha dejado de lado el desarrollo de otras capacidades para el desempeño efectivo y pertinente de los alumnos al egresar [4]. Sin embargo, esta concepción de la educación es cuestionada por profesores y alumnos, precisamente, cuando los recién egresados tratan de obtener un puesto de trabajo y no lo consiguen por no cumplir con los perfiles requeridos. Surgen entonces dudas respecto a la pertinencia de los planes de estudio y su implementación. En la percepción de los alumnos se ha detectado que ellos hubiesen deseado un mayor nivel de conocimientos y habilidades de la ingeniería aplicada, es decir, un mayor dominio de las competencias básicas que definen su profesión [14]. Esta problemática se ha acrecentado debido a la poca vinculación de las escuelas con las empresas, que trae consigo un pobre conocimiento de las actividades reales que realiza la industria y por consecuencia la desactualización de los planes de estudio y enfoques educativos por parte de las universidades.

En este contexto, el punto de partida para la mejora del proceso educativo, será el conocer y tomar en cuenta la opinión de los integrantes del mismo: profesores, alumnos y profesionales. En este sentido, investigaciones sobre el tema [13], [14] y [16], revelan la necesidad de equilibrar lo que se enseña en la escuela y el cómo hacerlo para obtener, entre otras cosas, que los egresados de las carreras de ingenierías tengan mayor grado de dominio de los conocimientos y habilidades prácticas para el desempeño de sus profesiones, lo cual se logra de una mejor manera utilizando estrategias de enseñanza activas para un aprendizaje significativo [10]. De forma general, el enfoque educativo debe estar centrado en las

necesidades de quien aprende, que también está en función de las demandas sociales y de los sectores productivos [1].

Ante estas condiciones, el grupo académico responsable de la carrera de Ciencias de la Computación de la Facultad de Matemáticas tuvo la inquietud de explorar y aplicar nuevas alternativas y estrategias de enseñanza-aprendizaje, con el propósito de hacer más efectiva su labor docente, motivados por experimentar de forma directa estas opciones en beneficio de los alumnos, para incorporar de forma gradual métodos probados de enseñanza a los programas de estudios de las carreras de computación de la Facultad de Matemáticas.

1.1. El modelo del “Learning Factory”

El modelo del “Learning Factory” [6] y [11] describe los pasos básicos para la innovación curricular en ingeniería y el desarrollo de ambientes de aprendizaje con la participación de la industria y empleadores de egresados de ingenierías. Este modelo se diseñó para renovar el currículo y responder mejor a las necesidades de los participantes de la educación mediante estrategias de aprendizaje activo [5]. Fue originalmente desarrollada por la Universidad de Penn State (PSU), la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez (UPRM) y la Universidad de Washington (UW) [7].

Los elementos claves del modelo son:

- 1) Facilidades para el aprendizaje activo - para lograr que los estudiantes tengan experiencias significativas y más cercanas a lo que se hace en el trabajo real.
- 2) Práctica basada en el currículum - mediante la selección de cursos en los que el enfoque sea el desarrollo de proyectos o productos propuestos por la industria
- 3) Vinculación con la industria - para contribuir en el desarrollo del currículum, proponer las mejoras a los ambientes de aprendizaje, proveer la descripción de proyectos y para evaluar el logro de las metas.
- 4) Divulgación de resultados - para buscar la mejora del proceso y compartir las experiencias y mejores prácticas.

Adaptación del modelo

los siguientes aspectos:

1. El modelo original se empleó para cursos regulares de ingenierías, con entornos y tecnologías propias de esas disciplinas, al contrario, nuestros estudiantes pertenecen a programas de estudio de ciencias computacionales o de ingeniería de software que utilizan las computadoras como apoyo para muchas de sus actividades.

2. En el modelo original el objetivo es contar con un espacio físico similar al de la industria en donde se realicen los proyectos de manufactura principalmente, en nuestro caso, por limitaciones de recursos, se adaptó un laboratorio de redes para el desarrollo del trabajo en horarios específicos.

3. Nuestra aplicación del modelo es más compacta, se considera sólo una asignatura de un semestre para implementar el modelo, con la posibilidad de ampliarlo a dos semestres.

4. El programa de la asignatura propuesto tiene contenidos teóricos y prácticos, de igual relevancia para el logro de las competencias, lo que demanda el despliegue de diversas estrategias de enseñanza-aprendizaje, con el apoyo de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para una mejor gestión y desarrollo de las mismas.

1.2. Modelo pedagógico por competencias

En la Figura 1 Modelo pedagógico por competencias [13], se observan los principales elementos que definen el diseño de un programa de una asignatura basado en competencias. Como se menciona en [8], el programa o guía docente es indispensable para planificar las actividades y para preparar las clases de una forma más efectiva. Así mismo, se plantean tres tipos de decisiones a tomar bajo el siguiente orden:

Decisiones curriculares: que definen los objetivos de aprendizaje y contenidos.

Decisiones pedagógicas: las que establecen el tipo de actividades y productos a desarrollar, roles de docentes y alumnos y estrategias de evaluación.

Decisiones tecnológicas: de acuerdo a las necesidades pedagógicas, se seleccionan los recursos tecnológicos que enriquezcan las propuestas, además de indicar cómo se utilizarán dichos recursos.

Este modelo pedagógico parte de la definición de los objetivos de aprendizaje o competencias para que, en base a ellos, se determinen las estrategias de enseñanza-aprendizaje más adecuadas, así mismo, se contemplan actividades, ya sea presenciales o autónomas y se plantean otro tipo de ayudas educativas como pueden ser tutorías o asesorías por parte de especialistas en algunos temas de interés.

Como componentes subordinados a los anteriores pueden incluirse otros, como la selección de materiales y recursos. Los elementos tecnológicos (TIC, laboratorios, simuladores, etc.), también son recursos que facilitan el desarrollo de las actividades y logro de los objetivos de aprendizaje.

La evaluación se lleva a cabo durante todo el proceso educativo con el fin de retroalimentar y ajustar las

actividades desarrolladas, así como para determinar el nivel del logro de las competencias



Figura 1 Modelo pedagógico por competencias

Como se propone en el modelo del Learning Factory, todos los participantes del proceso educativo, incluyendo a la industria, deben contribuir en la definición del currículo, en las estrategias educativas, la selección de recursos educativos y en la evaluación del proceso.

Estrategias de aprendizaje activo

Algunas de las principales estrategias de enseñanza-aprendizaje con un enfoque activo para el desarrollo de competencias, son las siguientes: aprendizaje centrado en la solución de problemas auténticos [16], análisis de casos, método de proyectos, prácticas situadas o aprendizajes en escenarios reales, aprendizaje en el servicio, trabajo en equipos cooperativos, ejercicios, demostraciones y simulaciones situadas.

En el estudio presentado por Prince [10], se han encontrado evidencias de la efectividad de estos métodos de aprendizaje activo. Por ejemplo, para el desarrollo de habilidades interpersonales el aprendizaje cooperativo representa un medio natural para lograrlo; así también el método de resolución de problemas proporciona un ambiente natural para el desarrollo de habilidades de aprendizaje para toda la vida y para la solución de problemas con un mayor compromiso y motivación de los estudiantes. El método de proyectos, representa un medio excelente para el desarrollo de habilidades de comunicación, de organización y gestión de grupos. También, el desarrollo de ejercicios situados, prácticas de laboratorio, y simulaciones situadas proporcionan escenario más realistas de aprendizaje.

1.3. Recursos tecnológicos

Para la gestión del curso, así como para el desarrollo de estrategias de enseñanza-aprendizaje se cuenta con varias tecnologías de la información y las comunicaciones que pueden ser empleadas con este fin. La selección de las mismas es una tarea que se debe hacer una vez que se han definido los objetivos de aprendizaje y se han planificado las estrategias y actividades del curso [8]. Se describen las características de algunos de los recursos tecnológicos que se emplearon, considerando el contenido de la asignatura y los objetivos de aprendizaje perseguidos.

Moodle

La plataforma Moodle es un LMS (Learning Management System o Sistema Gestor del Aprendizaje), que permite llevar un control de los contenidos así como de los distintos usuarios que interactúan dentro de él. Moodle, cuenta con la mayoría de las herramientas de comunicación y seguimiento de actividades de los participantes, debido a que tiene como objetivo principal proporcionar a los educadores las mejores herramientas para administrar y promover el aprendizaje. Esta plataforma de teleformación se distribuye gratuitamente como software libre [9].

Moodle posibilita el aprendizaje no presencial de los alumnos, aspecto importante con aquellos alumnos que no pueden acudir a clases por su situación laboral o personal, lo que hace preciso contar con una herramienta que facilite la virtualidad, aspecto fundamental con el formato de tutorías que obligará a un mayor trabajo organizativo, lo mismo que la gestión de las prácticas y los trabajos, derivados de la implantación de pedagogías más activas en consonancia con la filosofía de la escuela nueva [12].

NetAcad

La Compañía Cisco Inc. provee materiales Web de aprendizaje por medio de su iniciativa global - Cisco Networking Academy (NetAcad), el cual es un programa de e-learning que provee a los estudiantes por medio de Internet las habilidades esenciales en una economía global. La academia de redes proporciona contenido basado en web, evaluación en línea, seguimiento del desempeño de los alumnos, laboratorios, entrenamiento del instructor y soporte, así como preparación para certificaciones en la industria.

Lanzado en Octubre de 1997 con 64 instituciones en 7 estados, la academia de redes se ha expandido a más de 150 países, desde su concepción más de 1.6 millones de estudiantes se han matriculado a más de 10,000 academias localizadas en diversas instituciones escolares. [3]

Simulador Packet Tracer

Cisco Packet Tracer es un software desarrollado por la academia de redes Cisco (NetAcad) con fines de aprendizaje, se describe como una herramienta poderosa de visualización y simulación que permite a los estudiantes diseñar, construir y resolver problemas de redes virtuales en un ambiente sano. Los estudiantes e instructores usan el Packet Tracer para crear sus propias redes virtuales y así explorar conceptos técnicos complejos y diseñar sistemas de redes [2].

2. Experiencia de la aplicación del modelo

Para la implementación del modelo, adaptado a nuestras necesidades, se definieron los pasos que se muestran a continuación:

1. Planeación del proyecto
2. Vinculación con empresas
3. Definición de objetivos de aprendizaje
4. Adecuación del currículo
5. Adecuación del laboratorio
6. Impartición del curso
7. Evaluación del curso
8. Análisis de resultados
9. Publicación y difusión de resultados

Se describe a continuación el proceso llevado a cabo siguiendo estos pasos, en los que se incorporan elementos del modelo del Learning Factory y del Modelo Pedagógico por Competencias. El curso seleccionando fue el de Redes y Seguridad de Computadoras, asignatura de sexto semestre de la carrera de Licenciatura en Ingeniería de Software de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

2.1. Planeación

La planeación se desarrolló un semestre previo al inicio del curso a impartir con el nuevo enfoque. Durante esta etapa se eligió la asignatura a ser implementada bajo el modelo propuesto. Se definieron los participantes y los tiempos para el desarrollo de las actividades. Así mismo se recopiló información para analizar el perfil de egreso de los estudiantes y para identificar las competencias requeridas por la industria de nuestros egresados. El análisis de esta información nos permitió definir con mayor precisión los objetivos de aprendizaje y las estrategias necesarias para lograrlos.

2.2. Vinculación con empresas

Un elemento medular para el desarrollo del proyecto fue el establecer vínculos de cooperación con empresas pertenecientes a la industria de la computación, específicamente en el área de redes de computadoras. Una de las fuentes de información para conocer las empresas que podrían participar en el proyecto fue el Estudio de Opinión de Empleadores, dicho estudio fue elaborado por la Dirección General de Desarrollo Académico de la Coordinación del Sistema de Licenciaturas de la UADY.

Los objetivos particulares de análisis de dicho estudio fueron:

Generar directorios de los empleadores, actualizándolos de manera permanente, con el objetivo de crear vínculos con las empresas.

Identificar las características generales y actuales del mercado de trabajo en el cual se desempeñan los egresados;

Identificar los perfiles que solicitan las empresas para los profesionistas y vincularlos a los programas que se imparten en la dependencia;

Describir la visión del empleador acerca del profesionista, en relación con el plan de estudios, la institución, los servicios que ofrece y las posibilidades de mantener comunicación constante para colaborar en conjunto.

El analizar los resultados del estudio mejora la comprensión que puede tenerse respecto de la calidad y pertinencia de un programa educativo específico, a la vez que proporciona información que puede ser empleada para adecuar o mejorar diversos aspectos de los programas de las asignaturas impartidas en el plan de la carrera. Los estudios de seguimientos de egresados y de opinión de empleadores constituyen una alternativa para el autoconocimiento y la planeación de procesos de mejora y consolidación de las instituciones educativas.

Algunos de los resultados que destacamos en el marco del proyecto son:

- Se observa una moderada vinculación con las empresas,
- El principal tipo de vinculación con la facultad es mediante prácticas profesionales, servicio social y recibiendo capacitación por parte de la institución.
- Todas las empresas reconocen la importancia de vincularse con la Universidad para iniciar o continuar relaciones de apoyo mutuo, incluyendo la realización de proyectos.
- La mayoría de las empresas reconoce la necesidad de hacer cambios en la formación de los egresados para

prepararlos de mejor manera para enfrentar los retos de su profesión en el futuro.

En cuanto a lo que esperan las empresas de un egresado, se obtuvieron los requisitos que se toman en cuenta para su contratación. Así mismo, se obtuvo la información para identificar el grado de aceptación de habilidades, conocimientos y actitudes en el trabajo. Es decir, que tan conformes están los empleadores con el desempeño del profesional en su labor cotidiana.

Con los resultados obtenidos, se tiene una idea de la visión del empleador acerca del profesionista, en relación con el plan de estudios, la institución, los servicios que ofrece. Así mismo, se identificaron los aspectos de mayor importancia en los perfiles que solicitan las empresas para los profesionistas. Consideramos que estas habilidades, conocimientos y actitudes, pueden ser mejoradas mediante el proyecto planteado. Se pretende que a través de una colaboración con la industria se logre la sinergia necesaria para fomentar las capacidades de los alumnos.

Se hace patente la necesidad de buscar acercamientos con las empresas encuestadas para fomentar lazos que fortalezcan a ambas instancias y aprovechar esta oportunidad en pro de la formación de los egresados cautivos en estas empresas.

Foro Vinculación Academia-Industria de la Computación

La relación con empresas es un elemento clave para plantear los proyectos y para dar seguimiento a las actividades emprendidas, es por ello que se organizó un evento al que denominamos "Foro Vinculación Academia-Industria de la Computación", a él fueron invitados representantes de las empresas que previamente se seleccionaron por tener una mayor afinidad y disponibilidad para el desarrollo del proyecto.

El principal objetivo del foro fue estrechar vínculos de colaboración con empresas y profesionales del área de la computación, involucrándolos en los procesos de enseñanza-aprendizaje de nuestros programas de estudios y en el desarrollo de proyectos conjuntos. Durante el foro se aplicó un instrumento para recabar opiniones y para detectar el tipo de proyectos que se podrían desarrollar, así como para identificar las empresas con las que sería factible poner en marcha el desarrollo del proyecto.

A continuación se da una lista de empresas que factiblemente podrían participar: Bepensa, Aspel de México, Redes y Asesorías del Mayab S.A. de C.V., Cablemas Telecomunicaciones, Intellia Technology, CATI de la UADY, Naika Group S.A. de C.V.

Al integrar este directorio de empresas con las que podríamos colaborar, se programaron reuniones para definir y concretar las colaboraciones que pudieran

llevarse a cabo, por ejemplo: desarrollo de proyectos, visitas, pláticas, asesorías, seguimiento de actividades del proyecto, etc.

Algunas empresas, por cuestiones de confidencialidad, nos indicaron que sólo a través de programas de servicio social o prácticas profesionales se podría dar el desarrollo de proyectos. Otras, sólo pláticas y seguimiento al proyecto. En el caso la CATI de la UADY se vio la posibilidad de desarrollar varios proyectos y de contar con el apoyo de su personal para tutorar y dar seguimiento a las actividades. Dado el número de proyectos requeridos, al menos 6 por las dimensiones de grupo, se decidió, en esta primera etapa, iniciar el desarrollo de proyectos con la participación de la Coordinación Administrativa de Tecnologías de la Información de la UADY, en varias de sus áreas operativas, y en etapas posteriores se buscará la colaboración de las otras empresas.

2.3. Definición de objetivos de aprendizaje

Dentro del cuerpo académico responsable del programa de estudios, y tomando en cuenta las opiniones de los empleadores y profesionistas que participaron en el proyecto, se dio un espacio para analizar y definir los objetivos de aprendizaje para el rediseño de las asignaturas contempladas en el proyecto. Adicionalmente, la UADY en el documento del MEFI [15], define las competencias genéricas deseables para cualquier egresado de la Universidad, por lo que cualquier propuesta debía estar alineada a estos requerimientos. En base a esta información, considerado la lista de competencias requeridas por las empresas, y tomando en cuenta la opinión de maestros del área de redes y sistemas distribuidos, seleccionamos un grupo de competencias, las cuales son:

Competencia específica de la asignatura a impartir:

1. Los estudiantes tendrán la habilidad para analizar, diseñar, instalar, configurar y administrar redes de cómputo para satisfacer las necesidades de interconexión dentro y fuera de una organización.

Y las competencias genéricas:

1. Comunica adecuadamente ideas e información de manera oral
2. Demuestra habilidades para la organización, gestión y control de grupos de trabajo
3. Analiza situaciones y toma de decisiones apropiadas
4. Comunica adecuadamente ideas e información de forma escrita

5. Habilidades para identificación y solución de problemas.
6. Habilidad para el trabajo en equipo.
7. Habilidad para el auto aprendizaje.
8. Demuestra un comportamiento profesional y ético.

Estas competencias definen nuestros objetivos de aprendizaje, y se espera que mediante el desarrollo de las actividades planeadas en el curso se logren desarrollar. De igual forma al finalizar el semestre evaluaremos los resultados de acuerdo a este mismo listado para verificar si hay la percepción, por parte de alumnos, maestros y participantes de la industria, del logro de los objetivos.

2.4. Adecuación del currículo

Para impartir la asignatura acorde al nuevo modelo, se modificó el programa de estudios de la asignatura de Redes y Seguridad en Computadoras, según el modelo pedagógico basado en competencias [13], y considerando la opinión de los participantes. La creación del nuevo programa fue dirigida por los objetivos de aprendizajes y se reorganizó el contenido en dos grandes temáticas de conocimientos teóricos-prácticos: los principios y protocolos de redes, por un lado y los fundamentos de la seguridad en redes por el otro.

Para el desarrollo de actividades se especificaron varios métodos instruccionales y apoyos para facilitar los subsecuentes procesos de aprendizaje y la realización de los proyectos, durante el curso se utilizaron los siguientes:

Aprendizaje orientado a proyectos: fue la realización durante el semestre de los proyectos asignados por las empresas.

Aprendizaje basado en problemas: mediante casos de estudios, que debían de analizar y resolver. La solución de los problemas se debía implementar en simuladores o en el laboratorio.

Aprendizaje cooperativo: las actividades fueron realizadas en equipos cooperativos, definidos al inicio del semestre, para resolver casos, laboratorios y proyectos.

Prácticas de laboratorio: se desarrollaron prácticas específicas de temas de redes y seguridad para desarrollar las habilidades en el manejo de la tecnología de redes.

Asesorías y tutorías: proporcionadas por el instructor y por los contactos o responsables de proyectos de las empresas.

Lecturas: se contó con material digital sobre el área de redes, al ser la Facultad de Matemáticas una Academia Local de Cisco, también se desarrollaron materiales para los temas de seguridad.

Guías instruccionales: se utilizaron guías de prácticas y laboratorios de Cisco y otras desarrolladas por el instructor,

Uso de plataformas de aprendizaje en línea: plataforma Moodle y plataforma Netacad de Cisco. Se trabajó de forma simultánea en ambas plataformas los contenidos de la asignatura.

Simulaciones: se utilizó software de simulación de redes (Packet Tracer) para simular escenarios de redes y practicar los comandos de configuración de dispositivos.



Figura 2 Centro de trabajo para proyectos

2.5. Adecuación del laboratorio

Basados en las necesidades planteadas para el desarrollo de los proyectos y para el desarrollo de prácticas, se determinó el tipo de equipos, software y organización necesaria para que los estudiantes tuvieran acceso a los recursos del centro de aprendizaje.

Los recursos disponibles fueron: laboratorio de redes de computadoras (Figura 2), 31 computadoras con tarjetas de red alámbricas e inalámbricas, 15 computadoras para servidores de red, 12 enrutadores, 15 conmutadores, 10 concentradores, 10 ruteadores inalámbricos, 8 dispositivos móviles (teléfonos inteligentes y tabletas), herramientas y materiales para cableado estructurado y para realización de pruebas, software simulador de redes (Packet Tracer) y de teléfonos IP, plataformas de gestión de contenido educativo (Moodle y Netacad de Cisco) y diverso software de libre distribución para el desarrollo de los proyectos específicos de los alumnos.

El espacio disponible se organizó para distribuir los equipos, se colocaron muebles y contenedores para los materiales, se verificaron instalaciones eléctricas y se definieron horarios de acceso al laboratorio para la realización de actividades autónomas.

2.6. Impartición del curso

Derivados de reuniones con los contactos o asesores de las empresas, se llegaron a acuerdos, para el desarrollo del curso y de los proyectos semestrales. Los proyectos estuvieron basados en las necesidades específicas de la industria, quienes nos proporcionaron la descripción y requerimientos de los mismos. Una vez definidos, los estudiantes organizados en equipos de trabajo, pudieron elegir los proyectos de acuerdo a sus intereses.

Ejemplos de Proyectos:

Título de proyecto 1: Administración y ruteo de multicast para operación de servicios de telefonía IP, videoconferencia, Circuito Cerrado.

Descripción: El presente escenario consta de la construcción y operación de una red de datos con soporte y convivencia de tráfico multicast para servicios específicos (VoIP, VC y circuito cerrado). Se debe de considerar la creación de grupos de multicast para la operación independiente de cada uno de los servicios que corren bajo este esquema, a su vez de modo independiente y segmentado por vlans para evitar la degradación de los servicios de la red de datos. Para el servicio de telefonía IP se espera la operación del servicio de conferencia entre diferentes redes LAN. Software de soporte: Elastix y Softphone. Objetivo: Conseguir el control del tráfico de multicast para servicios específicos como son VoIP y Streaming, dentro de una red de datos manteniendo niveles de operación de esta última de manera correcta, de tal modo que no se presente degradación en ninguno de los servicios por la convivencia de los tipos de tráfico unicast y multicast.

Productos esperados: 1. Manual con el esquema de instalación, configuración y operación. 2. Prototipo operativo del sistema en laboratorio.

Título de proyecto 2: Sensor HoneyPot UNAM/CERT en UADY.

Descripción: Se deberá implementar en el centro de operaciones de la RIUADY un servidor el cual cuenta con 8 tarjetas de red para capturar tráfico malicioso. El equipo a instalar en la UADY será un servidor SunFire V65x que deberá albergar el sistema operativo Linux (Debian 5.0 o superior) minimizado, el cual ejecutará dos herramientas llamadas Nepenthes y Honeytrap, las cuales son honeypots de baja interacción que emulan servicios vulnerables de diferentes sistemas operativos en el sistema Linux.

Para la implementación del sensor existen dos requerimientos importantes que se deben de cumplir:

1. El sensor debe utilizar al menos 4 direcciones IP públicas y sea visible desde Internet. Esto es con la finalidad de capturar no solo la actividad de la red interna, sino también la originada desde la red externa hacia la red de la UADY.
2. El sensor debe de ser visible por el puerto 2290/TCP (SSH) desde una dirección IP específica. Esto con la finalidad de recolectar las bitácoras y muestras de malware en el repositorio central, y pueda ser compartido entre todos los miembros del proyecto.

Productos esperados: 1. Laboratorio de pruebas de instalación y configuración básica de software HoneyPot en un entorno Virtual (Ej. VirtualBox). 2. Configuración, instalación y puesta en marcha de sensor HoneyPot en el centro de operaciones NOC RIUADY.

Adicionalmente, se desarrollaron otros proyectos: Gestión de Firmas Digitales (PGP), Seguridad en entornos Linux, Laboratorio para interconectividad de una LAN con protocolos IPv6. Durante el semestre los estudiantes estuvieron trabajando en sus proyectos y presentaron avances cada 4 semanas, así mismo, estuvieron realizando otras actividades de manera simultánea:

Actividades presenciales.- clases presenciales tres días por semana, en sesiones de 1.20 hrs, durante 16 semanas. Para cada sesión se planificaron diferentes actividades de enseñanza-aprendizaje de acuerdo a cada objetivo de aprendizaje. Mucho del contenido del curso se tiene en formato digital, por lo que se dejó a los alumnos su lectura para fomentar el auto aprendizaje y en las sesiones de clase se resolvían dudas específicas.

Trabajo autónomo.- una vez definidos las prácticas y proyectos, los estudiantes tuvieron la libertad de utilizar las instalaciones del laboratorio, en horarios previamente establecidos de acuerdo a la disponibilidad del mismo, para desarrollar actividades de forma autónoma. Algunos equipos desarrollaron actividades fuera de las instalaciones de la Facultad,

por ejemplo, se tuvieron sesiones de trabajo en las instalaciones de la CATI de la UADY.

Ayudas educativas (tutorías y otros).- el instructor del curso estuvo apoyando en la realización de proyectos para el manejo de equipos y herramientas, y también se contó con el apoyo de 3 responsables de proyectos de las empresas para asesorar a los alumnos, quienes adicionalmente impartieron pláticas introductorias a los temas de los proyectos.

Para la gestión de contenidos y para el desarrollo de actividades se utilizó la plataforma Moodle y NetSpace. En Moodle se manejó un repositorio de recursos como documentos técnicos, notas del curso, videos, enlaces a sitios de interés, entre otros, también se diseñaron actividades para los estudiantes: cuestionarios, entrega de tareas (ensayos, avances de proyectos, prácticas en simulador, reportes de laboratorio), foros de discusión, glosarios. En la plataforma NetSpace se dispuso del libro digital de Fundamento de Redes y se habilitaron cuestionarios de temas específicos y el cuestionario final.

2.7. Evaluación del curso

Como una estrategia de evaluación formativa, cada semana los alumnos debían de contestar un cuestionario en línea, de forma no supervisada, con el propósito de que tuvieran una retroalimentación sobre los temas de redes y de seguridad que se vieron en el curso, el instructor aclaraba dudas en sesiones presenciales. También se realizaron reportes de laboratorios, presentaciones orales y escritas de avances del proyecto, y la entrega del producto final. Al término del curso se consideró una evaluación sumativa, consistente en un cuestionario teórico de todo el contenido del curso (en línea y supervisado), y una práctica de laboratorio integradora final para verificar el dominio de los temas y de las habilidades en el manejo de la tecnología. Así mismo, para verificar el logro de otras de las competencias, los alumnos presentaron sus proyectos a sus compañeros, al instructor y a los asesores de empresas, quienes dieron su opinión sobre la calidad del trabajo presentado e hicieron sugerencias.

Al final del curso se aplicó una encuesta para conocer la percepción de los estudiantes y participantes de la industria sobre los procesos desarrollados, así como la opinión sobre el grado de maduración de las competencias que se pretendían desarrollar.

3. Resultados

3.1. Percepción de los participantes

Se pidió a los estudiantes que contestaran una encuesta para pedir su opinión respecto al nivel del logro de los objetivos de aprendizaje (Figura 3), considerando las habilidades, conocimientos y actitudes planteados al inicio del curso.

La escala utilizada fue la siguiente:

1. ninguna habilidad o conocimiento.
2. habilidades rudimentarias / muy pocos conocimientos.
3. habilidades adecuadas funcionalmente / algunos conocimientos
4. habilidades avanzadas / conocimientos extensos.

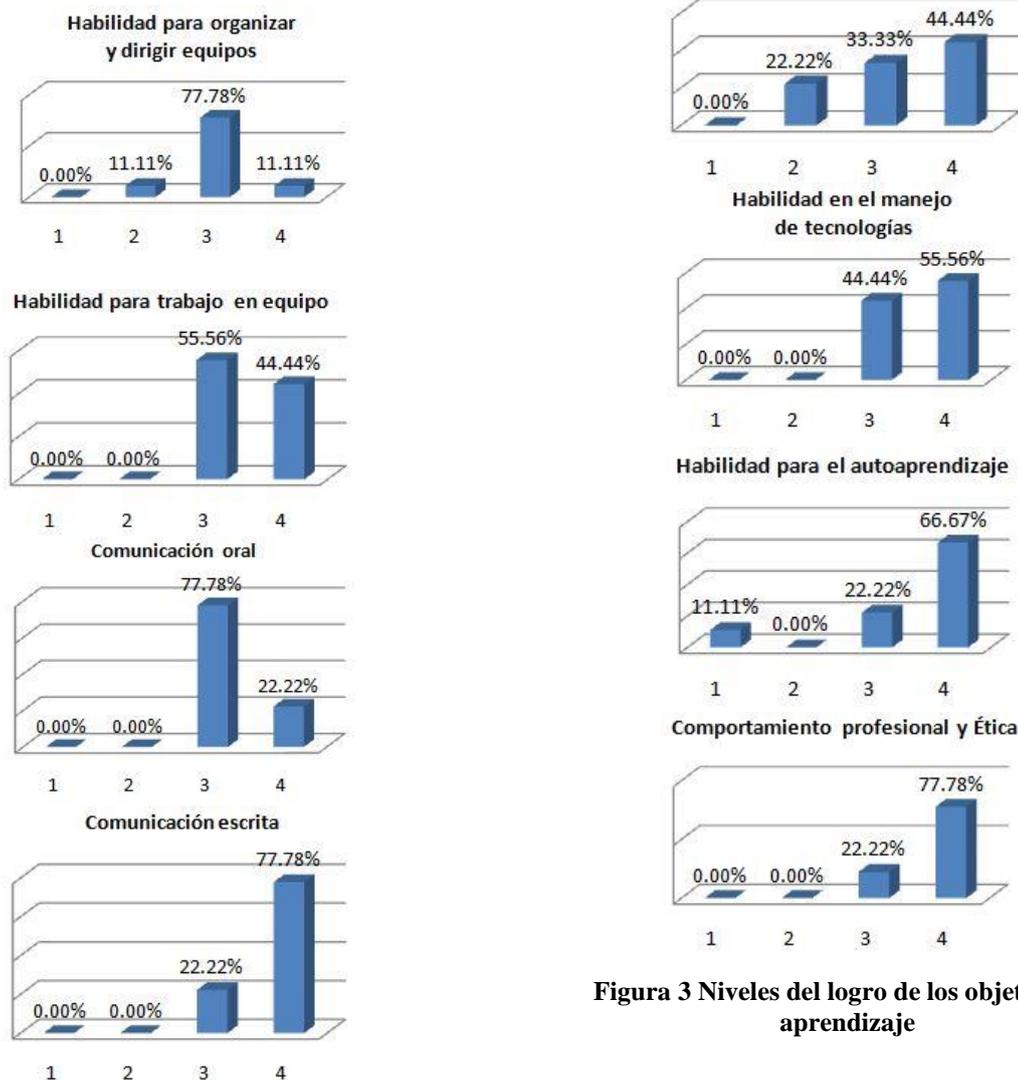


Figura 3 Niveles del logro de los objetivos de aprendizaje

Los alumnos, también hicieron observaciones en el sentido de que el curso estuvo bien y debía quedar así, otras opiniones como tener aun más actividades prácticas en las sesiones presenciales, mayor uso de

equipos reales y menos actividades en el simulador, disponer de más material para trabajo en laboratorio, por ejemplo cables cruzados, conectores, etc.

Los productos desarrollados fueron presentados a los tutores de las empresas, la opinión por parte de ellos respecto a su calidad y pertinencia fue en la mayoría de los proyectos positiva, es decir, los productos generados les son de utilidad para los propósitos que necesitaban, con la observación de que se podrían profundizar o ampliar más en el desarrollo de etapas subsecuentes. Al interior del cuerpo académico se analizaron y discutieron los resultados del proyecto, con el propósito de detectar oportunidades de mejoras y de implementarlas en cursos posteriores.

3.2. Aportaciones del proyecto

De forma general presentamos lo que consideramos los resultados y beneficios más destacados del proyecto implementado bajo el modelo propuesto:

Alumnos:

- Aprendizaje basado en una mayor variedad de estrategias de enseñanza.
- Aprendizaje basado en problemas reales proporcionados por la industria.
- Mayor grado de madurez de competencias previo a su egreso.
- Mayor motivación y compromiso.
- Aprendizaje significativo.
- Establecimientos de relaciones con empresas para prestación de prácticas o servicios social y posibles contrataciones.

Empleadores/industria:

- Solución a problemáticas propias de las empresas de forma cooperativa.
- Promoción de marca y de opciones para recibir alumnos de prácticas y servicio social.
- Identificar talento.

Academia

- Mayor entendimiento de las necesidades de la industria.
- Generación y aplicación de nuevo conocimiento técnico, científico y de metodologías de enseñanza.
- Contribución en la solución de problemas específicos de su entorno.
- Mejores prácticas de enseñanza bajo enfoques innovadores.

- Incorporación de recursos tecnológicos en la enseñanza.
- Modificación de programas de estudio con la incorporación de estrategias de aprendizaje activo.
- Mejoramiento del laboratorio de redes para la impartición de cursos y desarrollo de proyectos.
- Evaluación basada en el nivel de madurez de las competencias logradas en los estudiantes.
- Documentación de los procesos realizados para dar seguimientos, compartir experiencias y tender a la mejora de los mismos.

Conclusiones

Al término del desarrollo de este proyecto, podemos concluir que los beneficios y logros derivados del mismo tienen un balance positivo. Consideramos que la experiencia ha sido enriquecedora y valiosa para estrechar vínculos de colaboración con empresas y fomentar el trabajo colaborativo de académicos en la mejora de los programas de estudio y de las metodologías de enseñanza.

Las opiniones recabadas, en general, son alentadoras, sin embargo, en algunos casos se observa la percepción de que no se logró completamente el objetivo de formación perseguido, por tal motivo, en esas situaciones será necesario cambiar o ajustar las estrategias utilizadas, con la idea de lograr, en otros cursos, opiniones positivas en todos los aspectos a evaluar. Algunas propuestas de ajustes se han incorporado a las estrategias educativas para el curso de Sistemas Distribuidos y de Redes de Computadoras a impartir en próximos semestres.

Trabajo futuro

La propuesta de este proyecto fue en el sentido de experimentar gradualmente varias de las estrategias para el desarrollo de competencias para un aprendizaje significativo y lograr la colaboración de empresa en el área del cómputo distribuido.

Con los resultados a la vista, después de esta primera implementación, tenemos el sustento para proponer el uso del modelo en otras asignaturas, principalmente en cursos con fuerte contenido integrador y en semestres avanzados. De esta forma se ha propuesto su adopción para la asignatura de Sistemas Distribuidos y repetir el proceso para la asignatura de Redes y Seguridad de Computadoras, incorporando en cada nueva etapa, los ajustes y mejoras para lograr una metodología más adecuada a las necesidades educativas de nuestros estudiantes.

Debido a la inminente actualización del plan de estudios de la carrera de Licenciatura en Ciencias de la

Computación, será necesaria la incorporación de estrategias de enseñanza-aprendizaje activas con el enfoque basado en competencias, pero gracias a la experiencia ganada con el desarrollo y seguimiento del presente proyecto y la adopción de la metodología desplegada, el paso al nuevo modelo educativo de la UADY [15] se podrá dar de una forma más natural y con una aplicación más efectiva.

Referencias

- [1] Alfa Tuning América Latina. (2004-2007). Informe Final. Disponible en: <http://tuning.unideusto.org/tuningal/> Consultado el 2 de mayo de 2013.
- [2] Dragos Petcu, Bogdan Iancu, Adrian Peculea, Vasile Dadarlat y Emil Cebuc. Integrating Cisco Packet Tracer with Moodle platform: support for teaching and automatic evaluation. *Networking in Education and Research, 2013 RoEduNet International Conference 12th Edition*. [2013]. pp. 1-6. Disponible en Internet: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/icp.jsp?arnumber=6714190>. ISBN 978-1-4799-2599-5.
- [3] Jacob Frantisek, Janitor Josef, Genci Jan, Kniewald Kaol, Nagy Michal y Sidimak Vladimir. Community based translation of elearning materials. *Acta electrotechnica et Informatica*. [en línea] 2008, Vol. 8, No. 1. pp 64-71. Disponible en Internet: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.398.9326&rep=rep1&type=pdf>. ISSN 1335-8243.
- [4] Juan J. Irigoyen, Miriam Y. Jiménez, Karla F. Acuña. Competencias y Educación Superior. *RMIE, ENERO-MARZO 2011, VOL. 16, NÚM. 48, PP. 243-266*. ISSN: 14056666.
- [5] Lamancusa, John S. et al. The Learning Factory: Industry-Partnered Active Learning. *Journal of Engineering Education* 97(1), pp. 5-11 (2008). Disponible en: <http://www.jee.org/2008/january/3.pdf>
- [6] Lamancusa, John S. et al: The Learning Factory: A New Approach to Integrating Design and Manufacturing into Engineering Curricula. *Proceedings, 1995 Annual Conference of ASEE, June 25-28, 1995; Anaheim, CA. pp. 2262 - 2269*.
- [7] Lueny Morell. A Proven Model to Re-Engineer Engineering Education in Partnership with Industry. Disponible en: <http://luenymorell.files.wordpress.com/2010/12/proven-curriculum-innovation-model-weef-2012.pdf>
- [8] Magadán, Cecilia (2012). Clase 4: El desafío de integrar actividades, proyectos y tareas con TIC. *Enseñar y aprender con TIC. Especialización docente de nivel superior en educación y TIC*, Buenos aires, Ministerio de Educación de la Nación.
- [9] Marín D. Verónica y Maldonado B. Guadalupe Aurora. El alumnado universitario cordobés y la plataforma virtual moodle. *Pixel-bit. Revista de medios y educación [en línea]* 2011, Num 38. pp. 121-128. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36816200009>. ISSN 1133-8482.
- [10] M.J. Prince. Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education* 93(3), pp. 223-231 (2004), Disponible en: http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/Prince_AL.pdf
- [11] Mukasa E. Ssemakula, Gene Y. Liao. Adaptation Of The Learning Factory Model For Implementation In A Manufacturing Laboratory. *Proceedings of the 2003 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition (2003)*.
- [12] Ros, M. Iker. Moodle, la plataforma para la enseñanza y organización escolar. *Ikastorratza. e- Revista de Didáctica 2 [en línea]* 2008. Disponible en Internet: http://www.ehu.es/ikastorratza/2_alea/moodle.pdf. ISSN 1988-5911.
- [13] Sánchez L. Maricela, González R. Juana María; García C. Olivia y Reyes L. Blanca Alicia. Retos en las carreras de ingenierías basadas en competencias en educación superior. *Orbis. Revista Científica Ciencias Humanas [en línea]* 2011, vol. 6. Disponible en: <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=70918499008>. ISSN 1856-1594.
- [14] Solís Carcaño, Rómel G. Arcudia. Abad Carlos. Estudio de caso en México: los alumnos de ingeniería civil opinan sobre las debilidades de egreso. *Ingeniería e Investigación [en línea]* 2004, 24 (septiembre): [fecha de consulta: 17 de diciembre de 2012]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=64324204>. ISSN 0120-5609.
- [15] UADY (2012). Modelo Educativo para la Formación Integral. Universidad Autónoma de Yucatán, México. Disponible en:

http://www.dgda.uady.mx/media/docs/mefi_dgda.pdf

- [16] Yannelys V. Jerez Naranjo. C Alain A. Garófalo Hernández. Aprendizaje basado en tareas aplicado a la enseñanza de las telecomunicaciones. Disponible en: <http://rielac.cujae.edu.cu/index.php/riec/article/view/133>. Consultado el 5 de junio de 2013.

Dirección de Contacto del Autor/es:

Enrique Ayala Franco

Anillo Periférico Norte km 33.5
CP 97205
Mérida - Yucatán
México
e-mail: enrique.ayala@uady.mx
sitio web: <http://www.matematicas.uady.mx>

Jorge Carlos Reyes Magaña

Anillo Periférico Norte km 33.5
CP 97205
Mérida - Yucatán
México
e-mail: jorge.reyes@uady.mx
sitio web: <http://www.matematicas.uady.mx>

Francisco Moo Mena

Anillo Periférico Norte km 33.5
CP 97205
Mérida - Yucatán
México
e-mail: mmena@uady.mx
sitio web: <http://www.matematicas.uady.mx>

Juan Francisco Garcilazo Ortíz

Anillo Periférico Norte km 33.5
CP 97205
Mérida - Yucatán
México
e-mail: gortiz@uady.mx
sitio web: <http://www.matematicas.uady.mx>

Enrique Ayala Franco es Maestro en Ciencias de la Computación por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Es profesor de la Facultad de Matemática de la Universidad Autónoma de Yucatán en temas de Programación y de Redes de Computadoras.

Jorge Carlos Reyes Magaña es Maestro en Ingeniería de la Computación por la Universidad Nacional Autónoma de México. Es profesor en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, en las áreas de Cómputo Móvil y Sistemas Distribuidos.

Francisco Moo Mena es Profesor de Ciencias Computacionales en la Universidad Autónoma de Yucatán. Es doctor y maestro en Ciencias Computacionales por el INPT, Francia.

Juan Francisco Garcilazo Ortíz es Profesor de Ciencias Computacionales en la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Es maestro en Ciencias de la Computación por el SICESE.
