

Experience in the development of the CAPSTONE course under ABET guidelines at the Professional School of Systems Engineering

Freddy Gonzales-Saji, MSc¹, César Baluarte-Araya, Phd¹, Karim Guevara-Puente-de-la-Vega, Phd¹, Lucy Delgado-Barra, MSc¹, Olha Sharhorodska, MSc¹
¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú
fgonzaless@unsa.edu.pe, cbaluarte@unsa.edu.pe, kguevarap@unsa.edu.pe, ldelgado@unsa.edu.pe, osharhorodska@unsa.edu.pe,

Abstract— CAPSTONE is an inclusive end-of-career course that sums up the competencies developed in previous courses of a curriculum by carrying out an inclusive project of a real problem, the present work aims to describe the experience developed in the Software Engineering Project 2 course of the Professional School of Systems Engineering (EPIS) of the National University of San Agustín de Arequipa (UNSA), conducting the project fair where students show the results of the course involved in Capstone. A sequence of activities is proposed that contribute to the success of integrative projects by involving the Project-Based Learning (ABPr) methodology. As results, the execution of the proposed sequence of activities was to exceed the expected value for the student's results, also improved the performance of students in the application of techniques, methods and methodologies that the course involves, in addition to improving the communication skills of the students evidenced at the project fair with the elaboration of an article and a poster for its presentation. It is concluded that structuring the development of the course activities based on the PMI's guidance in line with the student's criteria and results of the ABET accreditation model brings to fruition the achievement of the objectives of the course and of fulfilling the purpose of the Capstone course managing to cement the skills, skills and skills in the professional training of the student.

Keywords— Accreditation, Capstone Course, Project-Based Learning, Project Fair, Student Results.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.215>
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

Experiencia en el desarrollo del curso CAPSTONE bajo los lineamientos de ABET en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

Freddy Gonzales-Saji, MSc¹, César Baluarte-Araya, Phd¹, Karim Guevara-Puente-de-la-Vega, Phd¹, Lucy Delgado-Barra, MSc¹, Olha Sharhorodska, MSc¹
¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú
fgonzalless@unsa.edu.pe, cbaluarte@unsa.edu.pe, kguevarap@unsa.edu.pe, ldelgado@unsa.edu.pe, osharhorodska@unsa.edu.pe,

Resumen— CAPSTONE es un curso integrador de fin de carrera que suma las competencias desarrolladas en los cursos anteriores de un plan curricular mediante la realización de un proyecto integrador de un problema real, el presente trabajo tiene por objetivos describir la experiencia desarrollada en el curso de Proyecto de Ingeniería de Software 2 de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas (EPIS) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA), el realizar la feria de proyectos donde los estudiantes muestran los resultados del curso involucrado en Capstone. Se propone una secuencia de actividades que contribuyen al éxito de los proyectos integradores al involucrar la metodología Aprendizaje Basada en Proyectos (ABPr). Como resultados se tiene que mediante la ejecución de la secuencia planteada de actividades se logró superar el valor esperado para los resultados del estudiante, también mejoró el rendimiento de los estudiantes en la aplicación de técnicas, métodos y metodologías que el curso involucra, además de mejorar las capacidades de comunicación de los estudiantes evidenciado en la feria de proyectos con la elaboración de un artículo y de un poster para su presentación. Se concluye que estructurar el desarrollo de las actividades del curso en base a la guía del PMI aunado a los criterios y resultados del estudiante del modelo de acreditación ABET lleva a buen término el alcanzar los objetivos del curso y de cumplir con el propósito del curso Capstone logrando cimentar las competencias, habilidades y destrezas en la formación profesional del estudiante.

Palabras Clave—Acreditación, Curso Capstone, Aprendizaje Basado en Proyectos, Feria de Proyectos, Resultados del Estudiante.

I. INTRODUCCIÓN

La Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas inicia actividades hacia la acreditación en el año 2018, por acuerdo institucional se toma para el área de ingeniería a la acreditadora nacional ICACIT [1] para el proceso de acreditación, como un número significativo ya en el ámbito nacional como [2] en la evaluación implementado en la Facultad de Ingeniería con la acreditadora ICACIT y empleando técnicas de la recopilación de requisitos de la Guía del PMBOK del PMI; y en la UNSA en Escuelas Profesionales de ingeniería que acreditaron con [1] programas se desarrollaron actividades para iniciar dicho

proceso como articulación y evaluación de la consistencia del currículo como parte del proceso de autoevaluación [3], se evidencio las lecciones aprendidas en medición y evaluación de los resultados del estudiante en el proceso de enseñanza aprendizaje [4], actividades de capacitación a los docentes, se definió y ejecutó actividades con los cursos CAPSTONE, por decisión de la comisión de Mejoramiento Continua, Autoevaluación y Acreditación de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, en el periodo 2019 se determinó seguir el proceso de acreditación con el modelo de ABET [5] como institución acreditadora por los beneficios que brinda para la carrera.

ABET es una de las principales organizaciones de acreditación en el campo de la ingeniería [5], acredita programas académicos de Colleges y Universidades en ciencias aplicadas, computación, ingeniería y tecnologías de ingeniería en niveles de grado Asociado, Bachiller y Maestría. Entre los métodos de enseñanza y aprendizaje alternativos más investigados y discutidos se encuentra el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr), que cuenta con abundante literatura sobre su eficacia y resultados que se obtienen en diversos contextos [6,7], esta estrategia didáctica incentiva el desarrollo de competencias transversales y fomenta la autonomía. Algunos estudios afirman que la aplicación estandarizada del ABPr promueve el desarrollo de las siguientes competencias transversales: construcción de conocimiento, resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo en equipo y autonomía [8,9]. Adicionalmente la aplicabilidad en el determinar como impacta en el ejercicio temprano de la profesión de los egresados de la carrera en la formación del ingeniero de software en [10] quienes valoran la estrategia al desarrollar proyectos reales.

La función de un curso CAPSTONE es la de integrar las competencias desarrolladas en cursos anteriores, estas contribuyen al desarrollo de un proyecto integrador como se describe en [11], el proponer y controlar actividades para el éxito del curso requiere de una secuencia estructurada de las mismas que contribuya con el éxito de lo planificado.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.215>
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

El presente trabajo tiene como objetivo describir la experiencia de las actividades en el desarrollo del curso CAPSTONE - Proyecto de Ingeniería de Software 2 con 51 estudiantes matriculados, perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

En [12] nos muestra un conjunto de acciones para mejorar y sostener las competencias transversales de: Aprendizaje a lo largo de toda la vida, Temas Contemporáneos, Ética y Responsabilidad Profesional, Comunicación y Trabajo en Equipo de las carreras de la Universidad Nacional de Ingeniería de Perú [13], a través de la evaluación de las competencias específicas y genéricas, dados por ABET.

En la propuesta de [14] involucra el uso de la taxonomía SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) de Biggs para identificar los procesos cognitivos: uniestructural, multiestructural, relacional y abstracto ampliado, así como el despliegue evaluativo alineado con los resultados de estudiantes propuestos desde ABET, aplicado en la Universidad Autónoma de Occidente Colombia [15].

Hay estudios que presentan una propuesta que miden y evalúan resultados de aprendizaje utilizando criterios de diversas acreditadoras, por ejemplo, en [16] utilizan los criterios de ABET y ASIIN (Accreditation Agency Specialized in Programs of Engineering, Informatics, Natural Sciences and Mathematics).

Estos trabajos presentan la necesidad de desarrollar iniciativas y acciones a través de planificar, diseñar, implantar, evaluar, y sostener los mecanismos que aseguren la obtención de las competencias transversales para poder cumplir con los objetivos educacionales y particularmente con las exigencias del modelo ABET.

Dentro de la evaluación que realiza ABET a los programas de ingeniería, los cursos Capstone adquieren especial relevancia debido a su ubicación curricular. Estos cursos representan una instancia formativa en que los estudiantes deben integrar los conocimientos, habilidades, destrezas adquiridos previamente en cursos anteriores para poder aplicarlos en proyectos reales de ingeniería.

En [17] identifica la percepción del estudiantado de ingeniería civil de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali [18] en relación con el CAPSTONE como trabajo de final de grado y partiendo de este análisis, plantear estrategias administrativas que favorezcan el desarrollo de los trabajos en esta modalidad, y en [19] presenta un instrumento elaborado para conocer la percepción de autoeficacia de los estudiantes

de estos cursos de la Pontificia Universidad Católica de Chile [20], en relación a 10 competencias de egreso adaptadas a partir del listado propuesto por ABET.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia descrita en este trabajo muestra las actividades desarrolladas en el curso CAPSTONE, para ello se da una secuencia de actividades alineadas al proceso de acreditación de la EPIS. La Fig. 1 muestra dicha secuencia, las cuales son descritas en secciones posteriores.

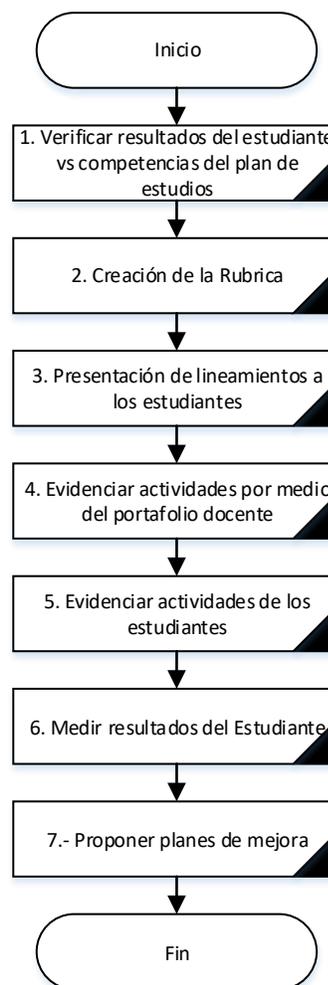


Fig. 1 Secuencia de actividades del curso CAPSTONE
Fuente: Propia

Actividad 1: La Comisión de Mejoramiento Continuo, Autoevaluación y Acreditación de la EPIS, alinea los Resultados del Estudiante (RE) con las competencias del plan de estudios, este match es difundido mediante una etapa de sensibilización con capacitaciones a los docentes que tienen a su cargo los cursos, la Tabla 1 muestra los Resultados del

Estudiante (RE), estos describen lo que se espera que los estudiantes deben saber y puedan hacer al momento de la graduación, se relacionan con el conocimiento, las habilidades y los comportamientos que los estudiantes adquieren a medida que avanzan a través del programa.

TABLA 1
RESULTADOS DEL ESTUDIANTE

RE.1: La capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería en la solución de problemas complejos de ingeniería.
RE.2: La capacidad de diseñar soluciones para problemas complejos de ingeniería y diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer necesidades deseadas dentro de restricciones realistas en los aspectos de salud pública y seguridad, cultural, social, económico y ambiental.
RE.3: La capacidad de comunicarse eficazmente, mediante la comprensión y redacción de informes eficaces y documentación de diseño, la realización de exposiciones eficaces y, la transmisión y recepción de instrucciones claras.
RE.4: La capacidad para aplicar principios éticos y comprometerse con la ética profesional y, con las responsabilidades y normas de la práctica de la ingeniería, comprendiendo y evaluando el impacto de las soluciones a problemas complejos de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.
RE.5: La capacidad de desenvolverse eficazmente como miembro o líder en diversos equipos y en entornos multidisciplinarios, creando un entorno colaborativo e inclusivo, planificando apropiadamente tareas y logrando los objetivos planteados.
RE.6: La capacidad de conducir estudios de problemas complejos de ingeniería usando conocimientos basados en la investigación y métodos de investigación incluyendo el diseño y la conducción de experimentos, el análisis y la interpretación de información y, la síntesis de información para producir conclusiones válidas.
RE.7: El reconocimiento de la necesidad del aprendizaje permanente y la capacidad para encararlo en el más amplio contexto de los cambios tecnológicos.
RE.8: La capacidad de crear, seleccionar, utilizar técnicas, habilidades, recursos y herramientas modernas de la ingeniería y las tecnologías de la información, incluyendo la predicción y el modelamiento, con una comprensión de las limitaciones.
RE.9: La capacidad de demostrar el conocimiento y la comprensión de los principios de gestión en ingeniería, la toma de decisiones económicas, y su respectiva aplicación.

La Tabla 2 muestra las competencias del plan de estudios 2013 que es la que se tomó para la experiencia descrita en este documento [21].

TABLA 2
COMPETENCIAS PLAN DE ESTUDIOS 2013

C.a. Habilidad para aplicar los conocimientos de matemática, ciencia e ingeniería
C.b. Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar sus resultados
C.c. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que satisfaga necesidades dentro de restricciones realistas tales como economía, medio ambiente, sociales, políticas, éticas, salud y de seguridad, manufacturación y sostenibilidad.
C.d. La capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios

C.e. La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
C.f. La comprensión de la responsabilidad profesional y ética
C.g. La capacidad de comunicarse de manera efectiva.
C.h. La educación general necesaria para comprender el impacto de las soluciones de ingeniería y computación, en un contexto global, económico, ambiental y social.
C.i. El reconocimiento de la necesidad y la capacidad de participar en el aprendizaje continuo.
C.j. Conocimiento de los temas de actualidad.
C.k. La capacidad de utilizar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería y computación necesarias para la práctica de la ingeniería del software.
C.l. Habilidad para analizar, diseñar, verificar, validar, implementar, aplicar y mantener sistemas de software apropiadamente
C.m. Habilidad para aplica apropiadamente matemáticas discretas, probabilidad y estadísticas, y tópicos relevantes en computación y disciplinas de apoyo a sistemas de software complejo
C.n. Habilidad para trabajar en uno o más dominios de aplicación significativos
C.o. Habilidad para gestionar el desarrollo de sistemas de software

La Fig. 2 muestra el match entre los Resultados del Estudiante (RE) con las competencias del plan de estudios, por cuestiones de visualización se tomó un fragmento del documento original.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
MATRIZ
COMPETENCIAS DEL PERFIL DE EGRESO vs. RESULTADOS DEL ESTUDIANTE
PLAN DE ESTUDIOS 2013

COMPETENCIAS DEL PERFIL DE EGRESO	RESULTADOS DEL ESTUDIANTE					
	RE.1	RE.2	RE.3	RE.4	RE.5	RE.6
C.a. Habilidad para aplicar los conocimientos de matemática, ciencia e ingeniería	X					
C.b. Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar sus resultados						X
C.c. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que satisfaga necesidades dentro de restricciones realistas tales como economía, medio ambiente, sociales, políticas, éticas, salud y de seguridad, manufacturación y sostenibilidad.		X				
C.d. La capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios.					X	
C.e. La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	X	X				
C.f. La comprensión de la responsabilidad profesional y ética				X		

Fig. 2 Match RE vs Competencias
Fuente: Propia

Actividad 2. Diseño de la rúbrica, esta toma el match de la actividad 1, nivel esperado de los RE, los niveles y criterios de desempeño propuestos por la Comisión de Mejoramiento Continuo, Autoevaluación y Acreditación, la Fig. 3 muestra el curso que se usa en la experiencia. Puesto que éste es un curso CAPSTONE y corresponde al primer semestre del quinto año

se ha establecido que se debe desarrollar ocho resultados del estudiante; y para el caso del segundo semestre se establece el desarrollo de la totalidad de los resultados del estudiante. En ambos casos en el nivel de desempeño es el más alto (nivel 3), lo que implica que al término del curso los estudiantes deben de haber logrado todos los RE.

CURSOS vs. RESULTADOS DEL ESTUDIANTE
PLAN DE ESTUDIOS 2013

- = No se desarrolla
 0 = Conoce
 1 = Comprende
 2 = Aplica en un nivel intermedio
 3 = Logra el Resultado del Estudiante

CODIGO	NOMBRE DEL CURSO	RESULTADOS DEL ESTUDIANTE (EPIS)								
		RE.1	RE.2	RE.3	RE.4	RE.5	RE.6	RE.7	RE.8	RE.9
QUINTO AÑO										
PRIMER SEMESTRE										
1305152	PROYECTO DE INGENIERIA DE SOFTWARE 1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
SEGUNDO SEMESTRE										
1305264	PROYECTO DE INGENIERIA DE SOFTWARE 2	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fig. 3 Nivel esperado del RE

Fuente: Propia

La Fig. 4 muestra un fragmento de los criterios y niveles de desempeño, por cuestiones del tamaño del documento se presenta para el RE1, los niveles mostrados son 2 de 4 existentes y los criterios mostrados son 3 de 5. Todo este esquema es usado para diseñar la rúbrica. Para el caso particular del curso seleccionado se tomaron los últimos criterios que reflejan el máximo nivel por ser curso de últimos semestres, esto se va a evidenciar en la rúbrica mostrada en secciones posteriores.

RESULTADOS DEL ESTUDIANTE	CRITERIOS	NIVEL	
		1 = Insatisfactorio (25%)	2 = En proceso (50%)
RE.1 La capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería en la solución de problemas complejos de ingeniería.	RE.1.1. Identifica problemas complejos de ingeniería	No identifica problemas	Identifica problema en ingeniería sin definir su complejidad
	RE.1.2. Representa apropiadamente problemas de ingeniería, usando herramientas matemáticas y con rigurosidad científica	No representa formalmente problemas en ingeniería	Genera representaciones básicas de los problemas, siguiendo una metodología preestablecida
	RE.1.3. Formula soluciones a los problemas en ingeniería aplicando conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería	No formula soluciones a los problemas en ingeniería	Formula soluciones básicas a los problemas, siguiendo una metodología preestablecida

Fig. 4 Niveles de desempeño de RE

Fuente: Propia

Una actividad preliminar a la creación de la rúbrica es el diseño del silabo de la asignatura, creado mediante los lineamientos propuestos por la universidad la cual propone una guía para su elaboración [22], es llenado en línea en el sistema académico de la Universidad [23]. La rúbrica se usa como una herramienta que guía la evaluación de los RE, la rúbrica diseñada para esta experiencia respeta los lineamientos del Reglamento de Registro de Notas de la Universidad [24], donde se consignan cuatro ingresos de notas dos exámenes y dos evaluaciones continuas, la Tabla 3 muestra las secciones de la rúbrica diseñada.

TABLA 3
SECCIONES RÚBRICA

Competencias Involucradas: lista todas las competencias usadas en la asignatura del plan de estudios correspondiente y su relación con los RE según el match RE vs Competencias

Rubrica según el tipo de evaluación: donde se consigna evidencia, indicador y niveles de desempeño, sección repetitiva para cada uno de las evaluaciones que se planifiquen en la asignatura.

Plan de medición de RE: permite mostrar el resumen de RE involucrados en la asignatura, criterio utilizado, método de medición, instante de medición y el porcentaje esperado de cumplimiento que por acuerdo de la comisión de Mejora Continua, Autoevaluación y Acreditación es del 70%

La Fig. 5 muestra un fragmento de la rúbrica diseñada, por el tamaño de la misma solo se muestra lo que corresponde al examen I.

RÚBRICAS DE EVALUACION DE: EXAMEN I

Evidencia	Aspectos a evaluar	Indicador General	Indicador de la asignatura	Nivel de desempeño Insatisfactorio 25%	Nivel de desempeño en proceso 50%	Nivel de desempeño satisfactorio 75%	Nivel de desempeño sobresaliente 100%
Examen Escrito (20 pts)	Gestión de Proyectos (6 pts)	RE.1.4	Aplica Métodos, Metodologías en la planificación de Proyectos	No aplica métodos y metodologías	Aplica métodos y metodologías en la planificación de problemas básicos	Aplica métodos y metodologías en la planificación de problemas complejos	Aplica métodos y metodologías en la planificación de problemas complejos en ingeniería
	Ingeniería de Proyecto (8 pts)	RE.2.3	Diseña sistemas, para implementar las soluciones propuestas a los problemas	No Diseña Sistemas	Diseña Sistemas de manera parcial	Diseña Sistemas	Diseña eficientement e Sistemas
	Soporte del Proyecto (6 pts)	RE.3.2	Organiza apropiadamente la información para el soporte del proyecto	No organiza la información	Organiza información sin jerarquizarla	Organiza la información jerarquizand o los contenidos	Organiza apropiadamente la información que permita dar soporte al proyecto

Fig. 5 Fragmento de la Rúbrica

Fuente: Propia

Actividad 3. Presentación de lineamientos a los estudiantes, en sesión de clase se presenta el silabo, las restricciones y la rúbrica para que los estudiantes conozcan lo que deben hacer y la forma de evaluación del curso.

Actividad 4. La Comisión de Mejoramiento Continuo, Autoevaluación y Acreditación para organizar y evidenciar las actividades de los docentes diseñó un portafolio virtual estructurado de acuerdo a los criterios de ABET donde se almacenan las evidencias por cada curso, en caso de haber cursos compartidos los involucrados usan un único repositorio. Existe una comunicación de los responsables para el correcto llenado del mismo, el seguimiento del correcto uso y de los contenidos en estas herramientas está a cargo de la subcomisión de portafolios que informa el cumplimiento una vez vencido los plazos establecidos por los periodos. Dicha subcomisión es la encargada de brindar asesoría a los profesores nuevos y a los que tuvieran problemas en su uso, la Fig. 6 muestra la organización del portafolio del curso.

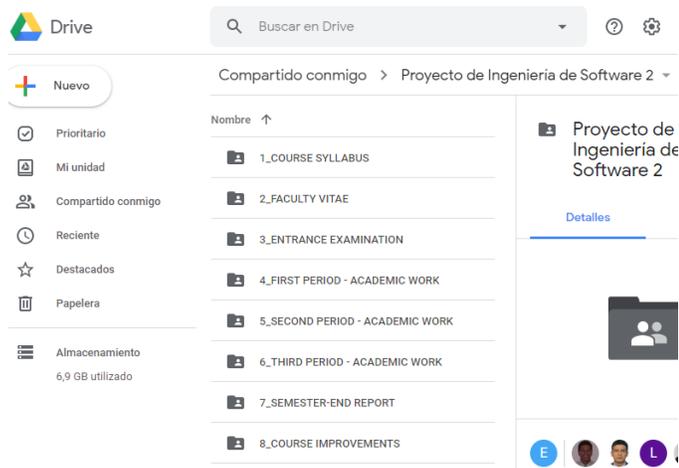


Fig. 6 Portafolio del curso
Fuente: Propia

La Tabla 4 muestra la estructura y los contenidos del portafolio docente.

TABLA 4
PORTAFOLIO DOCENTE

1_COURSE SYLLABUS. Almacena los correspondiente al silabo y la rúbrica diseñada
2_FACULTY VITAE Almacena lo concerniente al curriculum vitae de los profesores del curso
3_ENTRANCE EXAMINATION. Este directorio almacena lo correspondiente a la evaluación de entrada, el informe de rendimiento y los planes de mejora propuestos.
4_FIRST PERIOD - ACADEMIC WORK. Contiene los documentos del trabajo académico correspondiente al Periodo uno del semestre académico que han dado lugar a las notas ingresadas al sistema con evidencias de las evaluaciones, soluciones, mejores resultados, resultados promedio y peores resultados.
5_SECOND PERIOD - ACADEMIC WORK. Contiene lo mismo que lo del periodo uno, pero los contenidos son al periodo correspondiente
6_THIRD PERIOD - ACADEMIC WORK, Contiene lo mismo que lo del periodo uno, pero los contenidos son al periodo correspondiente
7_SEMESTER-END REPORT. Es el informe de la culminación de las actividades por el fin de semestre con los siguientes contenidos Informe Final, Informe de Asesoría Académica, Actas oficiales de notas subidas al sistema académico
8_COURSE IMPROVEMENTS. Directorio que contiene el informe de mejoramiento continuo que se da a partir de los resultados del estudiante obtenidos.

Actividad 5. Las actividades realizadas por los estudiantes se da bajo los lineamientos de la metodología ABPr Aprendizaje Basada en Proyectos, se evidencian sus beneficios y ventajas como se describe en [25], tomando algunas

actividades de las áreas de conocimiento de la guía del PMBOK [26] que complementa de mejor manera la estructuración de ellas. Teniendo que el enfoque es orientado al estudiante que es el centro de atención, una de sus principales características del ABPr es el autoaprendizaje, la participación activa del estudiante mediante el desarrollo de un proyecto, para la experiencia descrita en este trabajo se tomaron proyectos reales de problemáticas que presentan algunas oficinas dentro de la universidad, se formaron equipos de trabajo y eligieron el proyecto a desarrollar, para guiar el trabajo de los estudiantes se propuso un formato, la Fig. 7 muestra un fragmento de las secciones que tiene el formato creado para el desarrollo de los proyectos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Descripción del problema.
- Objetivos (General y Específicos).
- Resultados Esperados.
- Delimitaciones
- Restricciones iniciales del proyecto entregado por el docente.

2. ANALISIS DEL ESCENARIO DE DESPLIEGUE

Apartado que permite describir el contexto del proyecto, caso de ser un proyecto desarrollado para la solución de una problemática empresarial considerar datos de la empresa, caso contrario describir el escenario en el cual se va a desarrollar dicho proyecto.

3. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

Este apartado del trabajo permite hacer una recopilación de resultados de otras investigaciones sobre el tema de investigación escogido. Así también permite documentar los temas abordados para poder afrontar el desarrollo de dicho proyecto.

4. INICIO Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

4.1 GESTIÓN DEL PROYECTO

- Iniciación
 - Acta de Constitución.
Es un documento en el que se define el alcance, los objetivos y los participantes del proyecto. Da una visión preliminar de los roles y responsabilidades, de los objetivos, de los principales interesados y define la autoridad del Administrador del Proyecto.
- Planificación
 - Plan de Gestión de Alcance
 - ETD.

Fig. 7 Secciones del proyecto CAPSTONE
Fuente: Propia

La Fig. 8 muestra el repositorio donde los estudiantes almacenan todas las evidencias del proyecto desarrollado, el que es compartido con el profesor y que permite efectuar el seguimiento y calificación de los proyectos mediante el uso de la rúbrica diseñada en secciones anteriores.

Compartido conmigo > PIS - Banco de Preguntas

Nombre	Propietario
1_ Inicio y Planificación	Jesus Chapí Suyo
2_ Ejecución Monitoreo y Control	Jesus Chapí Suyo
3_Cierre del Proyecto	Jesus Chapí Suyo
Artículo	Jesus Chapí Suyo
BANNER	FRANKLIN JORDAN VE
Código	Jesus Chapí Suyo
Etapa preliminar	Jesus Chapí Suyo
Informe Final	Jesus Chapí Suyo

Fig. 8 repositorios del proyecto
Fuente: Propia

Otro resultado importante y que, además permite evidenciar las actividades y el logro de los RE por parte de los estudiantes es la Feria de Proyectos. La EPIS organiza dicho evento al finalizar cada semestre académico, donde los cursos presentan sus mejores proyectos que son evaluados por un jurado multidisciplinario representados por profesores de la EPIS, representantes de la Industria, del Colegio Profesional de Ingenieros; en el caso del curso CAPSTONE que se describe en este trabajo todos los proyectos participan en el evento, los estudiantes envían la experiencia desarrollada mediante un artículo, el día del evento presentan su experiencia mediante un poster que es expuesto ante el jurado. Las características de la feria así como la convocatoria se evidencian en [27], la Fig. 9 muestra la convocatoria del evento.

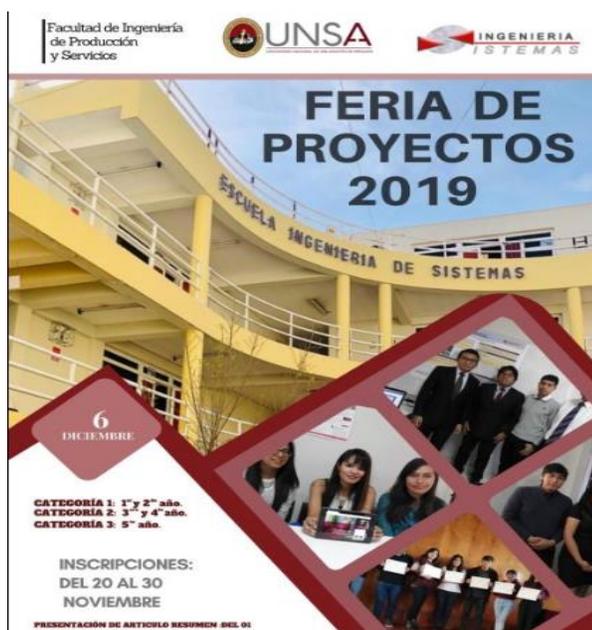


Fig. 9 Convocatoria de la Feria de Proyectos
Fuente: Propia

En su primera edición de la feria de proyectos llevada a cabo al finalizar el primer semestre del año 2019, para el caso particular de la asignatura CAPSTONE el jurado calificador propuso recomendaciones las cuales se pueden resumir en:

- Mejorar las habilidades blandas de los estudiantes.
- Que las experiencias descritas también sean presentadas en idioma inglés.
- Mejorar el porcentaje de proyectos culminados ya que para esta oportunidad no supero el 50%.

Actividad 6. La medición de los RE se da a partir de las actividades planificadas en la rúbrica que fue diseñada. Para el caso particular de la experiencia del curso CAPSTONE se evalúan todos los RE. Para automatizar el proceso de medición se tiene una herramienta que permite calcular dichos resultados, al ingresar las notas el documento calcula el porcentaje esperado que por acuerdo de la comisión debe ser 70% a más para ser aceptable; se obtuvo 85% que refleja que se obtuvieron los Resultados del Estudiante más allá de los esperado o el mínimo. La Fig. 10 muestra un fragmento del formato electrónico usado, por cuestiones de visibilidad se tuvo que suprimir varias filas de dicho documento para una mejor visualización del total obtenido.

MEDICIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIANTE 2019 B

ASIGNATURA:	Proyecto de Ingeniería de Software 2		
SEMESTRE:	X		
DOCENTES:	1	Freddy Orlando Gonzales Saji	
	2		
	3		
Número de estudiantes matriculados	51		

RESULTADO DEL ESTUDIANTE	RE.3
	La capacidad de comunicarse eficazmente, mediante la comprensión y redacción de informes eficaces y documentación de diseño, la realización de exposiciones eficaces, y la transmisión y recepción de instrucciones claras.

Nro	Estudiantes	RE.3.1			RE.3.2			RE.3.3			Prom. RE.3
		Prom.	Nivel	%	Prom.	Nivel	%	Prom.	Nivel	%	
1	AGUILAR/UA/APILCO, JULIO CESAR	0	0	7	1	25	12	3	75	50	
2	APAZA/VILCA, ERICK ROLANDO	0	0	10	2	50	12	3	75	63	
3	ARANIBAR/TILA, KARLA STEPHANY	0	0	8	2	50	13	3	75	63	
4	ARCE/APAZA, ROBERT TEODORO	0	0	10	2	50	11	3	75	63	
5	AYMARA/APAZA, HENRY AURELIO	0	0	9	2	50	13	3	75	63	

Nivel de logro	RE.3.1		RE.3.2		RE.3.3		% Nivel	SUMA 3+4
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%		
Insatisfactorio (Nivel 1)	0	0.0	3	6.0	0	0.0	3.0	
En Proceso (Nivel 2)	0	0.0	12	24.0	0	0.0	12.0	
Satisfactorio (Nivel 3)	0	0.0	27	54.0	50	100.0	77.0	
Sobresaliente (Nivel 4)	0	0.0	8	16.0	0	0.0	8.0	
Total RE.3:	0	0.0	50	100.0	50	100.0	100.0	85.0

Fig. 10 Cálculo de los resultados del estudiante
Fuente: Propia

Actividad 7. Proponer planes de mejora; de ser el caso de no alcanzar el porcentaje esperado para un determinado RE en el curso, el docente debe proponer planes de mejora para perfeccionar el tratamiento de las actividades en el desarrollo del curso, las cuales permitan lograr el valor del porcentaje mínimo o mayor; dichas recomendaciones deben ser implementadas en el siguiente semestre que se dicte el curso de Capstone. La Fig. 11 muestra el formato de evidencia de los planes de mejora implementados.



**INFORME DE MEJORAMIENTO CONTINUO
SEMESTRE 2019B**

Código	Nombre del Curso
1305264	Proyecto de Ingeniería de Software 2

Nombre del Docente(s)	Sección/Grupo
1. Freddy Orlando Gonzales Saji	A
2.	
3.	

I. ACCIONES DE MEJORA IMPLEMENTADAS EN LOS ÚLTIMOS TRES AÑOS

No.	Semestre	Deficiencia a ser superada	Mejora implementada	Resultados (indicar la evidencia del resultado)
1	2018 -B	No existe evidencia de los proyectos desarrollados	Se utilizaron drives digitales para cada uno de los proyectos	Cada proyecto es instalado en un servidor virtual. La documentación se encuentra disponible en el drive del proyecto.
2	2019 - B	Finalización del proyecto	Seguimiento a las etapas del proyecto	Número de proyectos finalizados y presentados a la feria de proyectos
3				

Figura 11 Informe de mejoramiento continuo
Fuente: Propia

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

La Feria de Proyectos del segundo semestre 2019 permitió evidenciar mejoras en las recomendaciones propuestas por el jurado con respecto a la feria anterior, los estudiantes demostraron mejoras en la habilidad de comunicación, en técnicas de desarrollo de aplicación de software; un proyecto de la asignatura CAPSTONE realizó su presentación totalmente en el idioma inglés y el 90% de los proyectos presentados mostraron un 100% de avance.

Se evaluaron todos los resultados del estudiante superando el porcentaje esperado del 70%. La Tabla 5 muestra los valores obtenidos en esta experiencia.

**TABLA 5
EVALUACIÓN RESULTADOS DEL ESTUDIANTE**

Resultado del Estudiante	Nivel Alcanzado %
RE1	85.0
RE2	85.0
RE3	85.0
RE4	75.0
RE5	75.0
RE6	75.0
RE7	94.0
RE8	94.0
RE9	94.0

El rendimiento de los estudiantes se incrementó con respecto a semestres anteriores, esto debido a la aplicación de la metodología ABPr que fomenta el autoaprendizaje de los estudiantes y seguimiento más personalizado de los avances, la Fig. 12 muestra los resultados del rendimiento de los estudiantes en el curso CAPSTONE.

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
SEMESTRE 2019B
INFORME FINAL/PARCIAL**

Escuela Profesional : Ingeniería de Sistemas
Docente Responsable : Freddy Orlando Gonzales Saji
Periodo de Evaluación: Promedio - Final

En el desarrollo del curso de Proyecto de Ingeniería de Software 2 grupo, se observa:

Nota Obtenida	Cantidad Estudiantes Global	Porcentaje Global	Porcentaje Evaluados	Calificativo
AB	1	1.96%		Abandono
De 1 a 8	0	0.00%	0.00%	Insatisfactorio
De 9 a 11	0	0.00%	0.00%	En Proceso
De 12 a 15	49	96.08%	98.00%	Satisfactorio
De 16 a 20	1	1.96%	2.00%	Sobresaliente
	51	100.00%	100.00%	

Figura 12 Rendimiento de los estudiantes en el curso.
Fuente: Propia

V. CONCLUSIONES

Se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Estructurar en una secuencia las actividades desarrolladas en el curso CAPSTONE permitió contribuir con el cumplimiento de las mismas y con ello mejorar los resultados esperados.
- El diseño de una rúbrica contribuye en el seguimiento de las actividades de evaluación del curso.
- Involucrar la metodología ABPr en el proceso de enseñanza aprendizaje activa la potencia del aprendizaje autónomo, trabajo en equipo, incrementando el conocimiento, contribuyendo en el reforzamiento de las habilidades, destrezas y de valorar el trabajo realizado por los estudiantes, lograr el mejor rendimiento académico permitiendo lograr los resultados del estudiante.
- La feria de proyectos permite evidenciar la experiencia del proyecto desarrollado y mostrar las capacidades de comunicación de los estudiantes.
- Los estudiantes alcanzan las competencias del curso cuyos resultados contribuyen a lograr las competencias de la carrera profesional.

VI. TRABAJOS FUTUROS

Se evidenció la sobrecarga de trabajo en los estudiantes en el desarrollo de los proyectos, se plantea coordinar con otras asignaturas del mismo semestre para el desarrollo de un único proyecto integrado.

Las presentaciones de los resultados finales del proyecto como la exposición de la aplicación de software se realicen en el idioma inglés para cultivar más la expresión de comunicación de un segundo idioma.

Propuestas de mejora:

- La solicitud de entregables se realice cada cierto número de actividades o hitos definidos
- La retroalimentación debe realizarse de parte del profesor durante el desarrollo del proyecto, para despejar dudas, inquietudes
- La exigencia de la actividad debe adaptarse a los conocimientos previos adquiridos, reforzándolos.

RECONOCIMIENTOS

Se agradece a Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, por permitir y apoyar el desarrollo de investigaciones que va en beneficio de los estudiantes; ya que institucionalmente se propuso acreditar a sus Programas Profesionales, y por el apoyo a la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas en el proceso de acreditación mediante el modelo ABET.

Un reconocimiento especial a la Comisión de Mejoramiento Continuo, Autoevaluación y Acreditación ya que con su tiempo y dedicación lograron crear un marco de trabajo donde tanto autoridades, docentes, estudiantes y trabajadores administrativos se ven comprometidos a alcanzar la acreditación.

Gracias a los estudiantes de la promoción 2019 de la EPIS ya que ellos logran evidenciar la propuesta de esta experiencia descrita, su compromiso fue total.

REFERENCIAS

[1] ICACIT, Instituto de Calidad y Acreditación de Programas de Computación, Ingeniería y Tecnología en ingeniería, disponible en: <http://www.icacit.org.pe/web/icacit.html>. [Accedido: 3-dic-2019]

[2] Lucía Gabriela Chávez Quiroga, Anghella Yvette Madrid Alamo, Mario Daniel Marcelo Aldana, Juan Ignacio Quinde Li Say Tan, Milagros Denisse Zapata Ojeda, Proceso de Assessment para la Facultad de Ingeniería basado en el Modelo de Acreditación ICACIT DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.270>

[3] Karim Guevara Puente de la Vega, Lucy Delgado Barra, Cesar Baluarte Araya, Victor Cornejo Aparicio, Freddy Gonzales Saji. Articulation and consistency of the curriculum as part of the self-assessment process of the Professional School of Systems Engineering. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.52>

[4] Lucy Delgado Barra, Karim Guevara Puente de la Vega, Cesar Baluarte Araya, Victor Cornejo Aparicio, Freddy Gonzales Saji. Measurement and evaluation of the student outcomes in the teaching-learning process - Lessons learned. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.54>

[5] ABET Disponible en: <http://www.abet.org>. [Accedido: 10-dic-2019]

[6] John W. Mc Manus ,Philip J. Costello. Project based learning in computer science: a student and research advisor's perspective, Journal of Computing Sciences in Colleges. 2019.

[7] Genc M. The project-based learning approach in environmental education, International Research in Geographical and Environmental Education. 2018.

[8] Mario Alberto de la Puente Pacheco, Dick Guerra, Carlos Mario de Oro Aguado, Callum Alexander McGarry. Undergraduate students' perceptions of Project-Based Learning (PBL) effectiveness: A case report in the Colombian Caribbean Undergraduate students' perceptions of Project-Based Learning (PBL) effectiveness: A case report in the Colombian Caribbean, Cogent Education. 2019.

[9] Mahdavi S, Rahnamayan S, Deb K. Opposition based learning: A literature review. Swarm Evol Comput. 2018.

[10] Marco A. Villalobos-Abarca, Marco, Herrera-Acuña, Raúl A. Ramírez, Ibar G. Cruz, Ximena C., 2018. Aprendizaje Basado en Proyectos Reales Aplicado a la Formación del Ingeniero de Software, Formación Universitaria, Vol. 11(3), 97-112. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000300097>, UTA, Chile.

[11] H. Hodalgo, M. de la Vega, "Percepción de autoeficacia en cursos CAPSTONE: un instrumento para su medición", XXX Congreso SOCHEDI 2017.

[12] Rodolfo Falconí, Edwin Dextre, Emilio Ulloa. Diseño de los mecanismos operativos que apoyan la obtención, mejora y sostenibilidad de las competencias blandas requeridos por el ABET: El caso de la Universidad Nacional de Ingeniería de Perú. 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities", Jamaica. 2019.

[13] UNI, Universidad Nacional de Ingeniería del Perú, disponible en: <https://www.uni.edu.pe/>. [Accedido: 15-dic-2019]

[14] Jesús Gabalán Coello, y Kevin Huggins. Desarrollo de una metodología para la medición de los Student Outcomes (1-7) de ABET empleando taxonomía SOLO, 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion", Perú. 2018.

[15] UAO, Universidad Autonoma de Occidente, Colombia, disponible en: <https://www.uao.edu.co/>. [Accedido: 18-dic-2019]

[16] Henry Gómez Urquiza, Propuesta de medición y evaluación de Resultados de Aprendizaje según criterios de ABET y ASIIN. 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion", Peru. 2018.

[17] María Fernanda Serrano-Guzmán, Diego Darío Pérez Ruiz, Luz Marina Torrado-Gómez. Consideraciones académicas y administrativas para la Implementación de Capstone en ingeniería civil: Estudio de caso. Revista Electrónica Educare (Educare Electronic Journal. 2017.

[18] Pontificia Universidad Javeriana de Cali Disponible en: <https://www.javerianacali.edu.co/>. [Accedido: 23-dic-2019]

[19] Ximena Hidalgo, Manuela de la Vega. Percepción de autoeficacia en cursos Capstone: Un instrumento para su medición, XXX Congreso Sochedi. 2017.

[20] PUC, Pontificia Universidad Católica de Chile, disponible en: <https://www.uc.cl/>. [Accedido: 2-ene-2020]

[21] EPIS Plan de estudios 2013 disponible en: http://extranet.unsa.edu.pe/tmp/plan_446_2013.pdf. [Accedido: 7-ene-2020]

[22] Instructivo sílabos UNSA, disponible en: <http://www.unsa.edu.pe/wp-content/uploads/2017/12/INSTRUCTIVO-PARA-LA-PRESENTACION-DEL-SILABO.pdf>. [Accedido: 8-ene-2020]

[23] Sistema Académico UNSA, disponible en: http://extranet.unsa.edu.pe/sisacad/sisdoce/acad_login.php. [Accedido: 10-ene-2020]

[24] Reglamento de registro de Notas UNSA disponible en: http://www.unsa.edu.pe/transparencia/docs/REGLAMENTO_DE_REGISTRO_DE_NOTAS_Y_SU_EVALUACION_DE_LA_UNSA.pdf. [Accedido: 18-ene-2020]

[25] F. T. Sáez. Enseñanza basada en proyectos: una propuesta eficaz para el aprendizaje y el desarrollo de las competencias básicas. Revista Eufonía-Didáctica de la Educación Musical, vol. 55, pp. 7-15, 2012.

- [26] PMI, La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK), 6ta. Edición.
https://www.academia.edu/37404496/PMBOK_6ta_Edición_Español
- [27] Feria de Proyectos EPIS disponible en:
<http://fips.unsa.edu.pe/ingenieriadestemas/feria-de-proyectos-2019-b/>.
[Accedido: 3-feb-2020]