

Modelo de Sistema de Autoevaluación para la carrera de Ingeniería de Computación y Sistemas de la FIA-USMP

Manuel Cáceres Lampén

RESUMEN

El proceso de acreditación es uno de los principales objetivos que se ha trazado la Universidad de San Martín de Porres y particularmente la Escuela Profesional de Ingeniería de Computación y Sistemas (EPICS). La formación profesional debe estar sustentada en un proceso de mejora continua, de forma tal, que la calidad de los egresados alcance los niveles de excelencia que buscamos. La acreditación se orienta a que los estudiantes no sólo adquieran el conocimiento brindado en el proceso de aprendizaje, sino que también su formación contemple el logro de habilidades y actitudes que hagan de él un profesional altamente cualificado. En la EPICS hemos tomado el modelo propuesto por ABET¹, válido para especialidades de ingeniería y tecnología.

Este proceso empieza con la autoevaluación, y requiere de un sistema de medición que facilite el logro de los objetivos educacionales y los resultados del programa (outcomes). A partir de esta autoevaluación se establece un plan de mejoras para los procesos internos de la EPICS.

En el presente trabajo se hace el análisis y modelo de un sistema de información que permita automatizar el proceso de autoevaluación y la medición de los criterios de evaluación bajo el modelo ABET en la EPICS.

1 ABET: Accreditation Board for Engineering and Technology, organismo acreditador USA que tiene más de 75 años acreditando carreras de ingeniería en universidades USA y en universidades de los países pertenecientes al acuerdo de Washington

Palabras clave: *Acreditación, autoevaluación, resultados del programa (outcomes), objetivos educacionales, sistema de evaluación, sistema de información.*

ABSTRACT

The accreditation process is one of the main objectives of the San Martín de Porres University and the Professional School of Computing and Systems Engineering (EPICS) is especially interested on it. The professional education must be supported by a process of continuous improvement, so the quality of the graduates will reach the excellence levels we are looking for. The accreditation is oriented not only to the knowledge acquiring by students during the learning process but also to the achievement of abilities and attitudes to be a high qualified professional.

At EPICS we have taken the model proposed by ABET, this model is valid for technology and engineering specialties.

This process begins with the auto evaluation, and requires a measurement system to facilitate the achievement of the educational objectives and program outcomes. From this evaluation an improvement plan is established for the internal processes of EPICS.

In this work, we have the analysis and the model of an information system that will allow the automation of the auto evaluation process and the measurement of the evaluation criteria under the ABET model at EPICS.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la universidad viene trabajando en el fortalecimiento de sus vínculos con la empresa y la sociedad, lo que le permitirá relacionar las carreras profesionales con la demanda que requiere el mundo laboral, de esa manera, identificará las necesidades formativas de los futuros profesionales, diseñar planes y programas que la sociedad requiere. En base a esto preparará los planes de capacitación para sus docentes con la finalidad que cumplan y evalúen adecuadamente a los estudiantes y certifiquen sus logros.

Para ello la universidad debe superar los principales retos y desafíos que plantean los requerimientos del mercado, los cuales se plasman en los siguientes aspectos:

- Competencias que demanda el mercado.
- Sumar al aprendizaje las lógicas del mundo del trabajo.
- Revisar las estrategias de enseñanza y de aprendizaje.
- Revisar el proceso de evaluación.
- Modificar el rol docente tradicional.
- Repensar el Diseño Curricular.

En otras palabras, formar en la universidad profesionales que integren los conocimientos adquiridos durante su vida universitaria, con habilidades y actitudes personales necesarias para desempeñarse de manera adecuada en diversos ámbitos. En suma, formar un profesional competente.

Por tanto, el ingeniero de la FIA deberá formarse en diferentes etapas de aprendizaje, de modo que desarrolle habilidades, destrezas y valores necesarios del nuevo profesional que requiere la sociedad y el mundo laboral en las primeras décadas del Siglo XXI.

En una reunión del CONFEDI² celebrado en Argentina el 15 de agosto de 2006, el Ing. Jorge Alberto Cocca manifestó: "Competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales", esta opinión se ve plasmada en la figura 1.

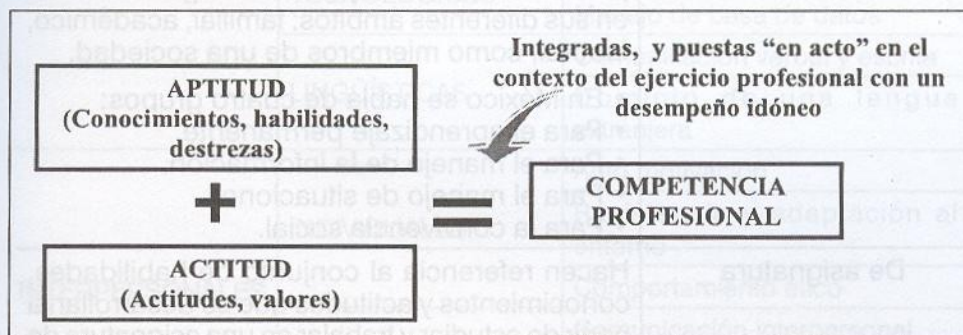


Figura 1

Competencia profesional del ingeniero
Autor: Ing. Jorge Alberto Cocca.

Tudela y otros (2004)³ "el concepto de competencia pone el acento en los resultados del aprendizaje, en lo que el alumno es capaz de hacer al término del proceso educativo y en los procedimientos que le permitirán continuar aprendiendo de forma autónoma a lo largo de la vida".

Las competencias profesionales han sido estudiadas por muchos profesionales, por lo que podemos encontrar muchas definiciones al respecto y por tanto se puede encontrar clasificaciones diferentes. En la tabla 1 se aprecia una de estas clasificaciones.

² CONFEDI, Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina

³ Tudela, P.; Bajo, T.; Maldonado, A.; Moreno, S.; Moya, M.(2004): *Las competencias en el Nuevo Paradigma Educativo para Europa. Documento policopiado. Vicerrectorado de Planificación, Calidad y Evaluación. Universidad de Granada.*

Tabla 1
Clasificación General de las Competencias

<p>Básicas</p>	<p>Hacen referencia a las competencias que se desarrollan como producto de la educación básica. Sirven para poder adquirir otras competencias más complejas.</p> <p>Por lo anterior, son las que solicitan en el mercado laboral como mínimas.</p> <p>Algunos ejemplos son: capacidad de lectura, capacidad para trabajar en equipo, capacidad para la toma de decisiones.</p>
<p>Para la vida</p>	<p>Se relacionan con las competencias que permitirán que los sujetos se integren a la vida en sus diferentes ámbitos: familiar, académico, laboral, como miembros de una sociedad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En México se habla de cuatro grupos: • Para el aprendizaje permanente. • Para el manejo de la información. • Para el manejo de situaciones. • Para la convivencia social.
<p>De asignatura</p>	<p>Hacen referencia al conjunto de habilidades, conocimientos y actitudes que se desarrollan a partir de estudiar y trabajar en una asignatura de forma específica. Por ejemplo, una competencia geográfica es: localizar y ubicar los elementos naturales y sociales que conforman el espacio geográfico para explicar las relaciones que existen entre ellos.</p>
<p>Profesionales</p>	<p>Se refieren a los conocimientos, habilidades y actitudes que son propios de una profesión particular. En el caso de la pedagogía, podrían ser, por ejemplo: capacidad para elaborar planeaciones en función de situaciones y contextos concretos.</p>

Fuente: Mg. María Peralta Lino

Poblete, M. (2004) , respecto de las competencias y destrezas que deben ser adquiridas por los estudiantes a lo largo de su proceso formativo, las cuales se presentan gráficamente en la tabla 2.

Tabla 2
Clasificación de Competencias.

CATEGORÍA		COMPETENCIA
INSTRUMENTALES	COGNITIVAS	Pensamiento analítico, sistémico, reflexivo, lógico, analógico, crítico, creativo, práctico, deliberativo, colegiado.
	METODOLÓGICAS	Organización de tiempo
		Resolución de problemas
		Toma de decisiones
		Planificación
	TECNOLÓGICAS	Pc., herramientas de trabajo
		Manejo de base de datos
	LINGÜÍSTICAS	Comunicación verbal y escrita
		Dominio de una lengua extranjera
	INTERPERSONALES	INDIVIDUALES
Resistencia y adaptación al entorno		
Comportamiento ético		
SOCIALES		Comunicación interpersonal
		Trabajo en equipo
		Compromiso ético o social
SISTÉMICAS	DE CAPACIDAD EMPRENDEDORA	Creatividad
		Espíritu emprendedor
		Capacidad innovadora
	DE ORGANIZACIÓN	Gestión por objetivos
		Gestión de proyectos
		Desarrollo de la calidad
	DE LOGRO	Orientación al logro
Liderazgo		

Fuente: Poblete, Manuel.

4 Poblete, Manuel (2004): " Seminario sobre competencias". Impartido en la Univ. de Oviedo: 1-1-2004. Documento policopiado. Instituto de CC. de la Educación.

Los organismos acreditadores a nivel internacional realizan la evaluación de las universidades en base al logro de las competencias que obtiene el egresado de un programa académico y al cumplimiento de sus objetivos educacionales.

ABET ha establecido una lista de resultados esperados (outcomes), y es en base a estos que trabajaremos en la EPICS para medir el logro de los mismos. Estos resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3
Resultados Esperados (Outcomes)

a.	Habilidad para aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería.
b.	Habilidad para diseñar y conducir experimentos así como interpretar los resultados obtenidos.
c.	Habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que satisfagan las necesidades requeridas.
d.	Habilidad para trabajar adecuadamente en un equipo multidisciplinario.
e.	Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
f.	Comprensión de lo que es la responsabilidad ética y profesional.
g.	Habilidad para comunicarse con efectividad.
h.	Una educación amplia y necesaria para entender el impacto que tienen las soluciones de ingeniería dentro de un contexto social y global.
i.	Reconocer la necesidad y tener la habilidad de seguir aprendiendo y capacitándose a lo largo de su vida.
j.	Conocimiento de los principales temas contemporáneos.
k.	Habilidad para usar técnicas y herramientas modernas en la práctica de la ingeniería.

Fuente: Criterios EC 2000 de ABET

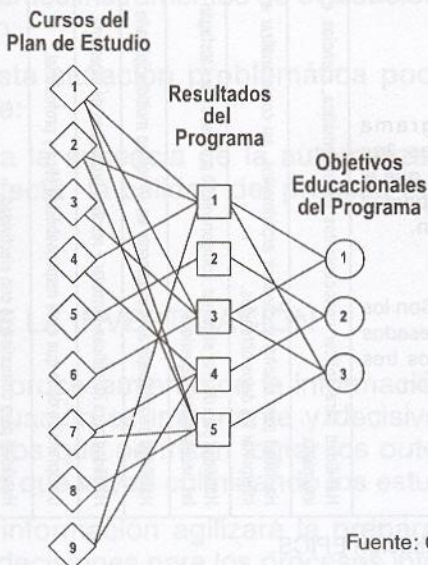
La definición de cada uno de los resultados esperados (outcomes) se encuentra contenida en el Anexo No. 1.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El proceso de acreditación en su fase de autoevaluación es muy complejo, pues involucra la revisión y adecuación de los criterios y estándares establecidos por el organismo mediante el cual se pretende acreditar un programa. Involucra también la revisión de todo el proceso educativo, evaluación de la misión, visión, nombre del programa y la formulación de los objetivos educacionales; su proceso de difusión y revisión por los constituyentes; la relación con el plan curricular, el soporte de la infraestructura y plataforma tecnológica; el plan de mejoras, la documentación - que sustenta lo actuado - acumulada por cada semestre y la evaluación mediante rúbricas para el logro de los resultados (outcomes) del programa.

El proceso de autoevaluación en la EPICS se ha venido desarrollando desde el semestre académico 2006-II, para ello se elaboraron y validaron todas las herramientas necesarias para obtener información sobre la medición de nuestros outcomes y objetivos educacionales; tales como: carpetas del curso, resultados de los exámenes parciales y finales, Encuesta de graduados, encuesta de empleadores, encuesta de estudiantes, encuesta de docentes, hoja de vida entre otras herramientas para obtener información de manera directa e indirecta.

En la Figura 2, se aprecia la representación del procedimiento de medición para el proceso de acreditación bajo los criterios ABET.



Fuente: Criterios EC 2000 de ABET

Figura 2
Procedimiento de medición ABET.

Objetivos Educativos del Programa	Resultados del Programa										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
1. Aplicará conocimientos de ingeniería de sistemas utilizando metodologías, técnicas y herramientas adecuadas para la solución de problemas.	X	X	X		X			X		X	X
2. Se incorporará con capacidad emprendedora, analítica y comunicativa para aplicar principios de ingeniería en el diseño, desarrollo, mantenimiento y gestión de sistemas.	X	X	X	X	X		X	X			X
3. Practicará un ejercicio profesional responsable, con valores éticos utilizando de manera adecuada los recursos disponibles en la organización.		X	X		X	X		X			X
4. Poseerá capacidad para formular y gestionar proyectos de ingeniería de sistemas que aporten al progreso y bienestar de la sociedad.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
5. Poseerá capacidades para formular y desarrollar investigación aplicada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<p>Resultados del programa (outcomes): Son todas las habilidades que se espera que el estudiante haya obtenido para el momento de su graduación.</p> <p>Objetivos educativos: Son los que esperamos que los egresados logren durante los primeros dos años luego de su graduación.</p>	Habilidad para aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería.	Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar los datos obtenidos.	Habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que satisfagan las necesidades requeridas.	Habilidad para trabajar adecuadamente en un equipo multidisciplinario	Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	Comprensión de lo que es la responsabilidad ética y profesional.	Habilidad para comunicarse con efectividad.	Una educación amplia necesaria para entender el impacto que tienen las soluciones de la ingeniería dentro de un contexto social y global.	Reconocer la necesidad y tener la habilidad de seguir aprendiendo y capacitándose a lo largo de su vida.	Conocimiento de los principales temas contemporáneos.	Habilidad para usar técnicas y herramientas modernas necesarias en la práctica de la ingeniería.

Fuente: Comité de Acreditación EPICS.

Figura 3
Relación de Objetivos Educativos vs. Outcomes

En ella se observa que para la medición del nivel de logro de los resultados del programa académico (outcomes) es necesario tomar medidas directas de los cursos que integran el plan de estudios de la EPCIS y que contribuyen al logro de los outcomes en mayor medida. Asimismo, se deben tomar medidas indirectas; es preciso señalar que no todos los cursos aportan al logro de los 11 resultados del programa mostrados en la Tabla 3.

Para el logro de los objetivos educacionales del programa es necesario el aporte de los outcomes en función a un peso, que es asignado por los responsables de la autoevaluación a los resultados del programa (ver Figura 3).

Cabe mencionar que los objetivos educacionales fueron consultados con todos los constituyentes, especialmente con los proveedores de tecnología a través de un proyecto denominado "Respaldo Académico".

En el proceso de autoevaluación que se viene desarrollando en el semestre académico 2007-II, se utiliza el mismo procedimiento aplicando las mejoras que se plantearon en la autoevaluación del semestre académico 2007-I.

Uno de los principales problemas encontrados durante el desarrollo de la autoevaluación es el relacionado al procesamiento de la información que es tedioso y lento, por el volumen de datos que se maneja, lo que genera demora en la obtención de los resultados, debido principalmente a la aplicación de diferentes instrumentos de evaluación a todos los cursos e ítems que se miden.

En función a esta situación problemática podríamos plantear la siguiente interrogante:

¿En qué medida la ausencia de la automatización en el proceso de autoevaluación afecta la calidad del proceso de acreditación en la EPICS?

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La mejora en el procesamiento de la información obtenida durante la etapa de autoevaluación es importante y decisiva para implementar los cambios necesarios que permitan lograr los outcomes en todos los estudiantes a medida que vayan culminando los estudios de su carrera.

Un sistema de información agilizará la preparación de planes de mejora y la toma de decisiones para los procesos internos académicos y administrativos de la EPICS; la información obtenida proporcionará ventajas competitivas para la comunidad de la EPICS.

Adicionalmente, el uso de un sistema de información para este proceso generará un considerable ahorro en tiempo y recursos, permitiendo así un uso racional y óptimo de los mismos.

La mejora en los resultados de los criterios de evaluación de las competencias que se esperan alcanzar en nuestros egresados va a beneficiarlos, puesto que estos lograrán ser los profesionales idóneos que la sociedad demanda.

OBJETIVOS

- Optimizar el procesamiento de la información en la medición de los criterios de autoevaluación.
- Mejorar los mecanismos de evaluación con el uso de las TICs.
- Implementar un proceso de mejora continua que nos permita lograr el reconocimiento como una institución que forma profesionales de calidad.

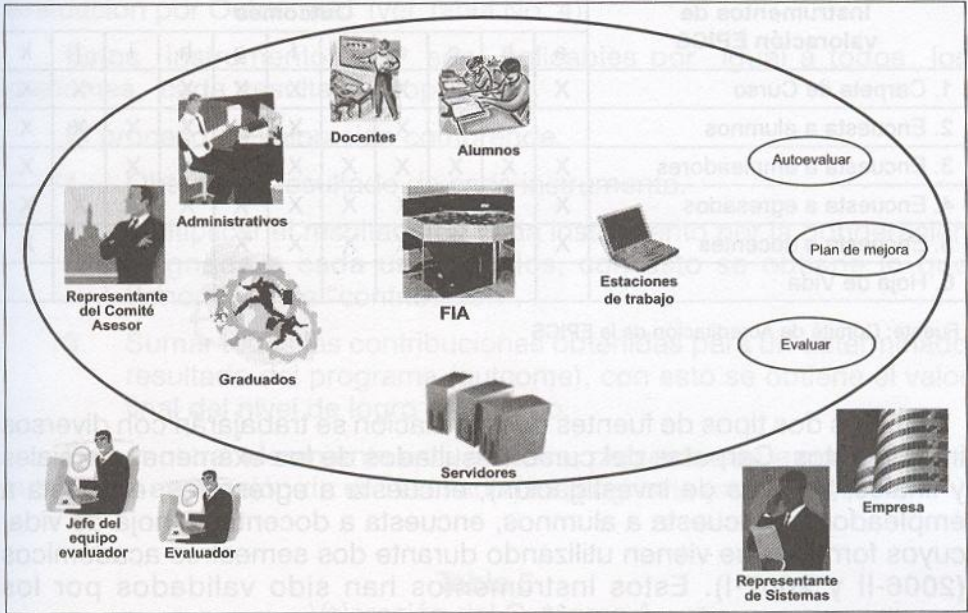
HIPÓTESIS:

La propuesta de un modelo de sistema de información orientado a autoevaluar los procesos educativos en la EPICS servirá de base para el desarrollo de un software adecuado que maneje el volumen de información generado.

MÉTODO

En base a los resultados obtenidos de la autoevaluación realizada en los semestres académicos 2006-II y 2007-I y de las mejoras realizadas en cada vuelta se puede señalar que el método a desarrollar comprende una aplicación del concepto sistémico para la integración de los procesos de autoevaluación utilizando el Rational Unified Process (RUP = proceso unificado racional).

Para el desarrollo del sistema se ha considerado conveniente tomar los criterios y estándares de ABET, para ello se van a considerar muestras de los constituyentes que intervienen en el proceso de acreditación (ver Figura No. 4 y Anexo No. 2)



Fuente: Comité de Acreditación EPICS

Figura 4
Modelo de autoevaluación de la EPICS.

Una vez definidos y analizados los resultados del programa, se procedió a la construcción de los instrumentos de medición. Es necesario decidir qué datos evidencian mejor los resultados del programa.

Se pueden encontrar dos tipos de fuentes de información, fuentes directas (muestras del trabajo de los estudiantes, resultados de los exámenes y otros) y fuentes indirectas (opiniones, encuestas y otros aspectos cualitativos). Los instrumentos de evaluación se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4
Instrumentos de evaluación por outcomes.

Instrumentos de valoración EPICS	Outcomes										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
1. Carpeta de Curso	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
2. Encuesta a alumnos				X		X	X	X	X	X	X
3. Encuesta a empleadores	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
4. Encuesta a egresados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5. Encuesta a docentes	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
6. Hoja de Vida									X		

Fuente: Comité de Acreditación de la EPICS

Estos dos tipos de fuentes de información se trabajarán con diversos instrumentos: Carpetas del curso (resultados de los exámenes parciales y finales, trabajos de investigación), encuesta a egresados, encuesta a empleadores, encuesta a alumnos, encuesta a docentes y hoja de vida, cuyos formatos se vienen utilizando durante dos semestres académicos (2006-II y 2007-I). Estos instrumentos han sido validados por los constituyentes a quienes se aplicaron.

En la evaluación se considera a nuestros alumnos recientemente egresados y a profesionales que tengan como máximo tres años de egresados, debido a que en ellos podemos apreciar los resultados de la formación profesional y el desarrollo de las competencias en la EPICS como el logro de los objetivos educacionales.

También se tomó en cuenta la participación de los empleadores y su valiosa información, pues son ellos los que contratan a nuestros egresados y por tanto, los indicados para comentar si las competencias en nuestros estudiantes han sido logradas.

En función a criterios de medición elaborados por el comité de acreditación de la EPICS, se revisaron los resultados obtenidos al aplicar los diferentes instrumentos e hicieron los cálculos respectivos para encontrar la valoración final del nivel de logro de los resultados del programa y de los objetivos educacionales.

Luego de interpretar los resultados obtenidos, se procedió a establecer un plan de mejoras, que tendrá como objetivo mejorar los resultados del proceso de autoevaluación y por tanto del servicio ofrecido por la EPICS.

RESULTADOS

Para evaluar el nivel de logro de los resultados (outcomes) del programa se utilizaron los instrumentos mencionados en la tabla "Instrumentos de evaluación por Outcomes" (ver Tabla No. 4).

Estos instrumentos no son aplicables por igual a todos los outcomes, cada resultado propósito.

El proceso de valoración comprende:

1. Obtener el resultado de cada instrumento.
2. Multiplicar el resultado de cada instrumento por la ponderación asignada a cada uno de ellos, con esto se obtiene lo que denominamos "contribución".
3. Sumar todas las contribuciones obtenidas para un determinado resultado del programa (outcome), con esto se obtiene el valor final del nivel de logro del mismo.

Para mostrar claramente este proceso, presentamos a continuación la tabla de evaluación de un resultado del programa (outcome).

Tabla 5
Valoración del Outcome A.

Habilidad para aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería.				
n	Instrumento	Ponderación	Resultado	Contribución
1	Carpeta de curso	0.40	3.12	1.25
3	Encuesta a docentes	0.25	3.14	0.78
4	Encuesta a egresados	0.10	3.88	0.39
5	Encuesta a empleadores	0.25	4.33	1.08
				3.50

Fuente: Comité de acreditación de la EPICS

En esta tabla se pueden observar los resultados obtenidos durante el proceso de evaluación descrito anteriormente.

Todo este proceso puede ser reducido a la fórmula siguiente:

$$\text{Total C} = \sum R_n * P_n$$

Donde:

Total C es la sumatoria de las contribuciones de cada instrumento.

R es el resultado obtenido por el instrumento utilizado.

P es la ponderación asignada a cada instrumento.

n es el número del instrumento.

La contribución mencionada en la Tabla No. 5, es el resultado de la multiplicación del resultado obtenido por la ponderación asignada para cada instrumento.

Finalmente Total C es la suma de las contribuciones de todos los instrumentos relacionados con el outcome seleccionado, para el ejemplo este valor es 3.50.

Para la evaluación del nivel de logro de los resultados del programa (outcomes) y de los objetivos educacionales, se ha considerado una escala de valores de cinco niveles (escala de Likert):

1 – Muy bajo

2 – Bajo

3 – Medio

4 – Alto

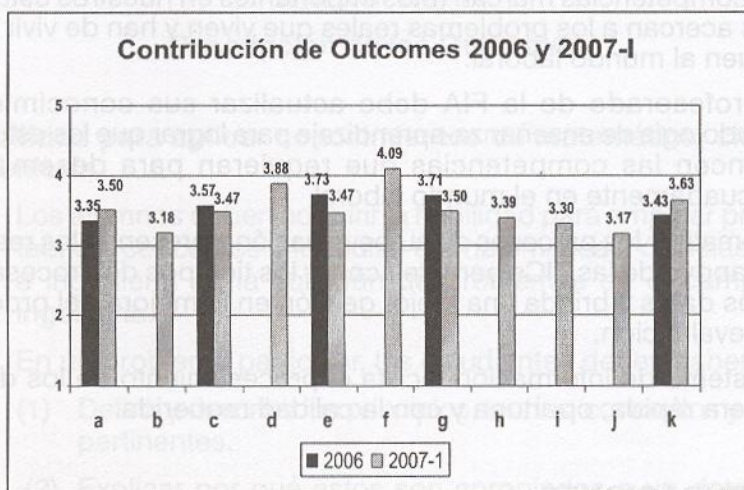
5 – Muy alto

Considerando como aceptable un valor que esté por encima de 3.

En la Figura 5; se puede observar que los valores obtenidos para los resultados del programa en ambos semestres superan este nivel, sin embargo se debe considerar que esta medición es inicial y en base a ella se implementarán las mejoras necesarias para alcanzar valores superiores en evaluaciones futuras, lo que comprobará la efectividad del programa y su mejora en el tiempo.

$$\text{Total C} = \sum R_n \cdot P_n$$

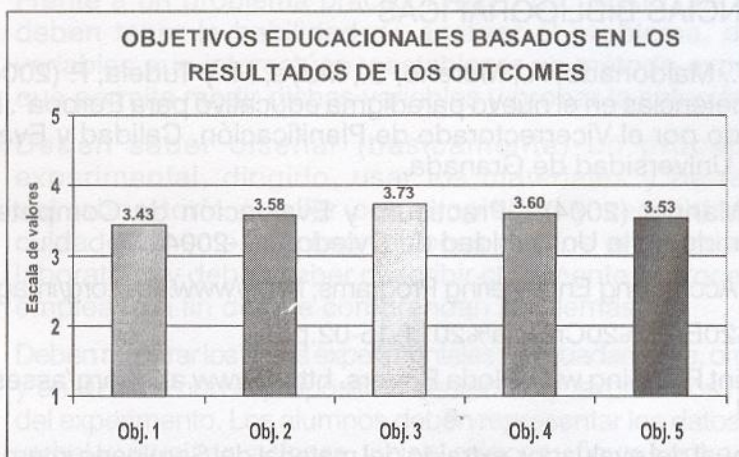
Figura 5
Contribución de Outcomes



Fuente: Comité de Acreditación EPICS

En la Figura No. 6; los objetivos educacionales valorados en el semestre académico 2007-I superan los valores mínimos estimados, lo cual refleja que estamos por encima del nivel aceptable respecto al perfil de nuestros profesionales y determinar nuestro plan de mejoras para superar estas cifras.

Figura 6
Valoración de objetivos educacionales



Fuente: Comité de Acreditación EPICS.

CONCLUSIONES

1. Las competencias marcan retos importantes en nuestros estudiantes y los acercan a los problemas reales que viven y han de vivir cuando lleguen al mundo laboral.
2. El profesorado de la FIA debe actualizar sus conocimientos y metodología de enseñanza-aprendizaje para lograr que los estudiantes alcancen las competencias que requieran para desempeñarse adecuadamente en el mundo laboral
3. Automatizar los procesos de autoevaluación y presentar los resultados con apoyo de las TICs permite acortar los tiempos de procesamiento de los datos y brinda una mejor gestión en la mejora del proceso de autoevaluación.
4. El sistema de información facilita el procesamiento de los datos de manera rápida, oportuna y con la calidad requerida.

RECOMENDACIONES

1. Es importante desarrollar las competencias en el campo de la ingeniería, que promueven la integración entre colegas responsables de instituciones y comunidades.
2. Es necesario implementar un sistema de información que soporte el proceso de autoevaluación y acreditación, basado en este modelo.
3. Debe construirse un clima de comunicación cercana y de profesionalización entre estudiantes, docentes y entornos empresariales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bajo, M. T., Maldonado, A., Moreno, S., Moya, M. y Tudela, P. (2004). "Las competencias en el nuevo paradigma educativo para Europa". Material editado por el Vicerrectorado de Planificación, Calidad y Evaluación de la Universidad de Granada.
- Poblete, Manuel (2004): "Practicum y Evaluación de Competencias". Impartido en la Universidad de Oviedo: 1-1-2004.
- Criteria for Accrediting Engineering Programs, <http://www.abet.org/images/E1%2003-04%20EAC%20Criteria%2011-15-02.pdf>
- Assessment Planning with Gloria Rogers. <http://www.abet.org/assessment.shtml>
- ABET, Manual del evaluador, extraído del material del Seminario internacional; Acreditación universitaria: el desarrollo de sistemas de gestión para la calidad acreditables para las carreras de ingeniería, 2005 – Lima-Perú.

ANEXOS

ANEXO No. 1

Descripción de los Outcomes

(a) **Habilidad para aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería.**

- Los alumnos deben adquirir la habilidad para emplear principios, teorías, conceptos y fórmulas de matemáticas, ciencias básicas e ingeniería en la solución de problemas en el campo de la ingeniería.

En un problema particular, los estudiantes deben saber:

- (1) Definir y describir los principios, teorías, conceptos y fórmulas pertinentes.
- (2) Explicar por qué estos son apropiados a un determinado problema y
- (3) Aplicar estos conocimientos en la solución del mismo.

- En el desarrollo de las prácticas pre-profesionales deben aplicar los conocimientos de matemáticas, ciencias básicas y de ingeniería en la solución práctica de los problemas.

(b) **Habilidad para diseñar y conducir experimentos así como analizarlos e interpretar los datos obtenidos.**

- Frente a un problema práctico, real o propuesto, los alumnos, deben tener la habilidad de analizar el problema, definir las variables que interactúan y establecer un método experimental que permita medir dichas variables y probar la solución.

- Deben saber diseñar (básicamente) un procedimiento experimental, dirigirlo, usar los materiales y herramientas del laboratorio o taller con propiedad y seguridad, anotar cuidadosamente las observaciones y datos en su cuaderno de laboratorio y deben saber describir claramente el procedimiento empleado a fin de que comprendan los demás.

- Deben registrar los datos experimentales adecuadamente, organizarlos y analizarlos con el propósito de entender y explicar los resultados del experimento. Los alumnos deben representar los datos en forma verbal y visual (ecuaciones, tablas, gráficos y figuras entre otros.) de forma que sea un reflejo honesto y exacto de los mismos.

- Deben ser capaces de poder discutir los resultados, los principios teóricos adecuados, las conclusiones a las que hayan arribado en el experimento, y expresarlas en forma clara y concisa. Documentar la bibliografía utilizada.

(c) Habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que satisfagan las necesidades requeridas.

- Los alumnos deben tener las habilidades y conocimientos necesarios para participar en proyectos de ingeniería en la solución de un problema en particular. Para ello deben saber:
 - o Definir el proyecto de ingeniería. Esta fase consiste en identificar los criterios y los parámetros para el proyecto. Los criterios son un reflejo de las necesidades requeridas que el proyecto debe satisfacer. Los estándares con los cuales serán medidos los resultados. Los parámetros son las fronteras con las cuales, los diseñadores deben trabajar: el software, hardware, los recursos disponibles, las clases de habilidades del equipo (que sean las apropiadas), las limitaciones sobre el costo y el tiempo, entre otros.
 - o Establecer las metas del proyecto de ingeniería.
 - o Deben proponer una serie de alternativas o posibilidades para encontrar soluciones a problemas inmediatos que se presenten durante el proceso.
 - o Evaluar y seleccionar la mejor de las soluciones posibles.
 - o Crear un prototipo o modelo que incorpore o represente la solución pertinente.
 - o Probar el prototipo o modelo con los criterios adecuados al proyecto. Los resultados de estas pruebas permitirán la retroalimentación.
 - o Deben justificar la propuesta de solución ante una audiencia adecuada. Tanto la selección como la justificación deben ser elaboradas de acuerdo con los criterios expuestos anteriormente.
- En el desarrollo de las prácticas pre-profesionales ellos deben participar productiva y creativamente en la solución de problemas que requieran un diseño de ingeniería.

(d) Habilidad para trabajar adecuadamente en un equipo multidisciplinario.

- Los alumnos deben participar efectivamente como miembros de un equipo de proyectos, trabajar de manera colaborativa con otros, aceptar puntos de vista divergentes, animar la participación activa, solucionar los conflictos y asumir roles de liderazgo, a fin de lograr los objetivos del equipo.
- Deben tener la capacidad de integrarse a equipos de trabajo ya establecidos o creados durante sus prácticas pre-profesionales.
- Deben trabajar exitosamente con personas de otros campos o especialidades. Ello implica:
 - o Mostrar respeto a las personas y a la diversidad de conocimientos y puntos de vista que aporten al equipo.
 - o Discutir, explicar, de manera alturada, sencilla y clara, con mente abierta para aceptar e incorporar ideas con perspectivas diferentes.
- Deben tener la capacidad de reconocer sus errores y aprender de ellos.

(e) Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

- Deben identificar problemas de ingeniería.
- Deben analizar problemas y describir sus componentes.
- Podrán representar un problema de tal forma que les permita encontrar soluciones. Tales representaciones podrán ser modelos, ecuaciones matemáticas, tablas, gráficas, entre otros.

(f) Comprensión de lo que es la responsabilidad ética y profesional.

- Los alumnos deben mostrar que han logrado una comprensión cabal de las normas éticas y morales que deberán aplicar en su futuro.

Estas son:

- o Normas éticas para con la profesión.
- o Normas para con los colegas.
- o Normas para con los clientes.
- o Normas para con la sociedad.

- o Normas para con el personal.
- Esta comprensión significa que ellos deben:
 - o Respetar el cumplimiento de estas normas.
 - o Practicar la ética en el desarrollo de sus trabajos académicos.
 - o Incorporar los criterios éticos en la elección de la solución pertinente.

(g) Habilidad para comunicarse con efectividad.

- Deben lograr dominio de la exposición oral y escrita de informes, proyectos, monografías, lecturas, presentaciones, entre otros.
- Deben tener habilidad para:
 - o Describir el contexto de un problema y su importancia.
 - o Plantear, de manera clara y precisa, los objetivos generales y específicos.
 - o Describir, de forma correcta y precisa, los procedimientos empleados en la resolución de problemas (MÉTODOS, TÉCNICAS).
 - o Informar, de manera visual y por escrito, los resultados obtenidos (RESULTADOS).
 - o Interpretar los resultados hallados, en una forma clara y apropiada, a la audiencia (DEBATE).
 - o Proponer recomendaciones para solucionar el problema y argumentar cuando fundamente la solución. (CONCLUSIÓN)
- Deben sintetizar trabajos: resúmenes ejecutivos, revisiones de la literatura y otros.
- Lograr comunicarse con propiedad y actitud positiva en reuniones y entrevistas de todo tipo.
- Deberán redactar currículos, cartas, solicitudes con corrección y eficiencia, y participar satisfactoriamente en una entrevista para acceder a un trabajo.
- Los graduados deberán tener competencias y habilidades para exponer oralmente frente a diversos tipos de auditorio.

(h) Una educación amplia necesaria para entender el impacto que tienen las soluciones de ingeniería dentro de un contexto social y global.

- Deben conocer la realidad nacional e internacional para evaluar las necesidades y proponer la aplicación de soluciones del campo de la ingeniería.
- Deben ser capaces de evaluar el impacto de las soluciones de ingeniería, desde distintos puntos de vista: económico, técnico, social, medioambiental, entre otros.
- Deben ser capaces de diseñar y elaborar planes de contingencia para las soluciones de ingeniería.
- Deben valorar la educación y la información complementaria que se imparten dentro y fuera del currículo en su formación integral como persona y como profesional.

(i) Reconocer la necesidad y tener la habilidad de seguir aprendiendo y capacitándose a lo largo de su vida.

- Deben tener la habilidad para buscar información que les permitan actualizarse en su profesión, a través de Internet, banco de datos virtuales, revistas de ingeniería, textos, patentes, normas técnicas, entre otros.
- Deben valorar la importancia de participar en eventos científicos y tecnológicos, pertenecer a sociedades científicas y profesionales, así como relacionarse con profesionales fuera del ambiente universitario.
- Deben participar en cursos de especialización de acuerdo con sus necesidades e inquietudes dentro y fuera de la institución.
- Deben estar motivados para seguir estudios de postgrado, al término de su carrera con la finalidad de actualizar sus conocimientos, completar su formación o recibir información de las nuevas tendencias tecnológicas en la carrera.

(j) Conocimiento de los principales temas contemporáneos.

- Deben poseer habilidades y capacidades para discutir sobre diferentes temas de actualidad.
- Deben participar en certámenes de difusión cultural, científica y tecnológica, y tomar conocimiento de noticias de interés nacional e internacional.

(k) Habilidad para usar técnicas y herramientas modernas necesarias en la práctica de la ingeniería.

- Deben adquirir habilidades y destrezas para usar:
 - o Herramientas de software.
 - o Herramientas de administración de proyectos.
 - o Herramientas de modelamiento.
 - o Herramientas de diseño.
 - o Herramientas de simulación
 - o Lenguajes de programación.
 - o Sistemas gestores de base de datos.
 - o Administración de operaciones.
 - o Las mejores prácticas en seguridad de redes.
 - o Sistemas operativos.
 - o Equipos de computación
 - o Dispositivos y periféricos necesarios en la operatividad de los sistemas actuales
 - o Metodologías y estándares, internacionalmente reconocidos en la Ingeniería de Sistemas y Gestión de Proyectos.

Anexo No. 2

Modelo del sistema de información de autoevaluación EPICS

