



NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

Buenas prácticas de evaluación de programas para la acreditación de ABET

Jorge Francisco Estela

**Pontificia Universidad Javeriana
Cali, Colombia**

Resumen

En este trabajo se presenta un conjunto de explicaciones sobre los detalles más importantes del proceso conducente a la acreditación de ABET y de recomendaciones y buenas prácticas para transitar el proceso sin mayores contratiempos.

Palabras clave: ABET; acreditación; evaluación de programas; resultados de estudiantes

Abstract

This work presents a set of explanations about the most important details of the process leading to the ABET accreditation and of recommendations and good practices to transit the process without major setbacks.

Keywords: ABET; accreditation; program evaluation; student outcomes

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es presentar un conjunto de buenas prácticas para implementar un sistema robusto, eficiente y exitoso de evaluación de programas académicos para la acreditación de ABET. Estas recomendaciones resultan de la experiencia recogida por la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Javeriana de Cali a lo largo de 10 años y dos ciclos de acreditación de programas con ABET. Por supuesto, cada programa implementa su sistema de acreditación como

mejor se acomode a su realidad, pero no está de más atender algunas de estas recomendaciones para evitar errores en el diseño del modelo de evaluación y contratiempos en la acreditación.

2. La acreditación de ABET

En esta sección se referirán varios conceptos propios de la terminología de ABET y se darán definiciones resumidas y aproximadas; sin embargo, es recomendable consultar estos términos en el sitio web de ABET (www.abet.org) y en el Manual de Políticas y Procedimientos de Acreditación (APPM) que está disponible en el sitio web de ABET.

Por principio, la acreditación de un programa académico busca dar crédito de que el programa cumple con condiciones objetivas de calidad. En particular, la acreditación de ABET busca este objetivo a partir del aprendizaje de los estudiantes y su estado de preparación para ingresar a la práctica profesional de ingeniería. El modelo se basa en ocho criterios de acreditación generales y criterios específicos de cada programa. Los criterios generales son: estudiantes, objetivos educativos del programa, resultados de estudiantes, mejoramiento continuo, currículo, profesores, recursos, y soporte institucional. Los criterios específicos son establecidos por las asociaciones profesionales de ingeniería constituyentes de ABET y se refieren a requisitos específicos de cumplimiento de áreas curriculares y cualificación de profesores.

Dos de los criterios generales son propios del método de ABET, i.e. los objetivos educativos del programa académico (PEOs) y los resultados de estudiantes (SOs). Los primeros son los logros que los egresados deberían alcanzar al cabo de un tiempo prudencial después de graduarse y deben ser consistentes con la misión institucional y las necesidades y expectativas de los grupos constituyentes del programa. Es decir, los objetivos educativos no son un perfil de egreso ni una enumeración exhaustiva de funciones y cargos. Por su parte, los resultados de estudiantes son las habilidades, conocimientos, actitudes y valores que los estudiantes deberán haber adquirido en el programa para que luego alcancen los objetivos educativos del programa. Entonces, los objetivos educativos son metas de llegada mientras que los resultados de estudiantes son los medios para lograrlo. Los resultados de estudiantes se desarrollan y alcanzan a través del currículo. De lo anterior resulta que es posible establecer relaciones explícitas entre el currículo, los resultados de estudiantes, los objetivos educativos y, finalmente, la misión institucional y los intereses de los grupos constituyentes del programa, es decir, los grupos que tienen algún interés en el programa, i.e. estudiantes, profesores, egresados, empleadores, por mencionar algunos.

Actualmente, la Comisión de Acreditación de Ingeniería (EAC) establece siete resultados de estudiantes. El siguiente es un resumen de las redacciones de los resultados de estudiantes: 1- aplicación de conocimiento de ingeniería, ciencias y matemáticas para resolver problemas complejos de ingeniería; 2- diseño de ingeniería considerando restricciones en varios contextos; 3- comunicación efectiva con una variedad de audiencias; 4- comprensión de la responsabilidad ética y profesional y los impactos de las obras de ingeniería en varios ámbitos; 5- trabajo en equipo; 6- habilidad experimental e interpretación de información; 7- utilización de estrategias apropiadas de aprendizaje.



Las acciones de acreditación resultan de los hallazgos encontrados en el Reporte de Autoevaluación (SSR) y la visita de evaluación. Los hallazgos se categorizan, por orden de gravedad de no cumplimiento con los criterios de acreditación, políticas y procedimientos, así:

- Observación: es un comentario que se ofrece para ayudar al mejoramiento del programa, pero que no se relaciona específicamente con ningún criterio de acreditación.
- Preocupación: indica una situación que, aunque cumple actualmente con los criterios de acreditación, políticas o procedimientos, podría cambiar en el futuro y no cumplir con dichos criterios, políticas o procedimientos.
- Debilidad: indica que el programa carece de fortaleza de cumplimiento con algún criterio de acreditación, política o procedimiento de modo que se compromete la calidad del programa. Esto significa que se debe remediar la situación pronto.
- Deficiencia: indica que el programa no cumple con algún criterio de acreditación, política o procedimiento.

Entonces, dependiendo de los hallazgos, las acciones de acreditación se resumen así:

- Próxima revisión general: indica que el programa no tiene debilidades ni deficiencias y tendrá acreditación por seis años hasta la próxima revisión general.
- Acreditación provisional: indica que el programa tiene una o más debilidades y tendrá acreditación provisionalmente por dos años, al término de los cuales, dependiendo de la gravedad de las debilidades, tendrá que someter un reporte de avance o recibir una visita de evaluación. Si la debilidad fuera resuelta, se extenderá la acreditación hasta la próxima revisión general, es decir, hasta completar seis años desde la acción de acreditación inicial.
- No acreditación: indica que el programa tiene deficiencias sin resolver y no cumple con algún criterio de acreditación. Esta acción se toma para programas evaluados por primera vez o programas que no resuelven sus deficiencias en acreditación provisional. El programa puede solicitar una nueva visita de evaluación, la reconsideración de la decisión, o puede apelar la decisión según los términos del APPM.

3. Buenas prácticas y recomendaciones

Voluntad política y liderazgo

Implementar el modelo de evaluación de programas supone un gran desafío en términos de adaptación de los profesores y vencer la natural resistencia al cambio de algunos de ellos. El principal desafío está en el desarrollo y evaluación de los resultados de estudiantes pues implica cambiar el paradigma de evaluación tradicional a evaluación por competencias. Entonces, es necesario que haya una sólida decisión política de la universidad para adoptar e implementar el modelo de ABET. Dicha decisión debe venir desde el rector y bajar por todos los niveles de la administración académica hasta los profesores. Adicionalmente, la universidad debe estar dispuesta a implementar las acciones correctivas que sean necesarias y apropiar el presupuesto para cubrir los costos del proceso. Por otra parte, debe haber un fuerte liderazgo para diseñar, implementar y administrar el modelo de evaluación de programas y todo lo relacionado con mantener la relación con ABET. Lo más recomendable es que esta función sea centralizada en la facultad de ingeniería con autoridad directamente dependiente del decano.



Línea de tiempo e hitos

El protocolo de evaluación y acreditación de ABET se caracteriza por plazos e hitos bien definidos. Por tanto, lo recomendable es adherir a dichos plazos y cumplir con los hitos requeridos. A continuación, se describe la línea de tiempo del proceso con referencia al “año cero”, es decir, el año en el que se inicia formalmente la evaluación y se recibe la visita correspondiente:

- Años -3 a -1: es cuando debe iniciarse el diseño del modelo de evaluación del programa académico, que puede tomar dos semestres, e iniciar las mediciones de resultados de estudiantes en cursos. Para que las mediciones tengan significación estadística, lo recomendable es acumular tres a cinco semestres de medición antes de entrar al ciclo de acreditación
- Año -1: para los programas que se presentan por primera vez, a finales de octubre de ese año hay que remitir un “reporte de alistamiento”, que consiste en un reporte de algunos criterios de evaluación que muestre que el programa tiene un modelo viable de evaluación de resultados de estudiantes más el cumplimiento de otros criterios de evaluación. El resultado de esta evaluación previa no es vinculante, pero es recomendable atender a las indicaciones que surjan, que son que el programa está bien orientado y listo para recibir la evaluación, o que necesita algunas modificaciones, o que no está bien orientado y es mejor que espere para enmendar las deficiencias.
- Año 0: es el año en el que la universidad debe notificar formalmente a ABET que desea entrar al ciclo de evaluación. Dicha notificación debe cargarse en el Sistema de Administración de Acreditación (AMS) antes del 31 de enero de ese año con dos formatos: el RFE (“solicitud de evaluación”) y el RFA (“solicitud de autorización”) y una traducción oficial de un certificado de notas de un graduado de la promoción más reciente. El RFE debe indicar las fechas propuestas para la visita de evaluación. El RFA es la autorización de las autoridades nacionales de educación superior para que el programa reciba la evaluación de ABET y lo recomendable es que lo firme el Consejo Nacional de Acreditación si el programa está acreditado o, en su defecto, el Ministerio de Educación Nacional. El certificado de notas es para que ABET verifique que el nombre oficial del programa corresponda a alguna asociación profesional de ingeniería, de la cual provendrá el evaluador del programa.

Aproximadamente, para finales del primer semestre del año 0, ABET habrá designado al coordinador de la visita y al evaluador del programa. Es necesario que el programa apruebe estas designaciones y verifique que no haya los conflictos de interés especificados en el APPM. Una vez aprobadas sus designaciones, el coordinador de la visita contactará al programa para confirmar las fechas de la visita de evaluación y definir la organización de la visita y el evaluador del programa podrá pedir información adicional o explicaciones sobre el contenido del documento de autoevaluación.

Un hito fundamental del año 0 es la remisión del SSR antes del 1 de julio del año en curso, esto debe hacerse cargando en el AMS. El SSR es el documento que reporta y sustenta el estado del programa con respecto a los criterios de evaluación generales y específicos.

Finalmente, la visita de acreditación suele tener lugar entre septiembre y diciembre del año 0.

Año +1: el informe preliminar de evaluación llegará en febrero de ese año y dará inicio al proceso llamado “debido proceso de 30 días”, es decir, el programa tendrá ese plazo para responder a los hallazgos referidos y ofrecer evidencia de las acciones de mejoramiento correspondientes. Con debida justificación, el programa podría solicitar una extensión hasta por



30 días adicionales, que se llama “información post debido proceso de 30 días”. Pasados estos dos procesos, el programa no podrá someter más información.

En julio del año +1 se reúne la comisión de acreditación respectiva y toma la acción de acreditación correspondiente. Máximo el 31 de agosto, la universidad recibirá el reporte final de acreditación.

Estructuración del modelo de evaluación del programa

Este es el elemento fundamental de la preparación del programa para merecer la acreditación porque evalúa cómo el programa soporta la misión institucional y las necesidades y expectativas de los grupos constituyentes. Es decir, este modelo debe evidenciar las relaciones entre el currículo, los resultados de estudiantes, los objetivos educativos, y la misión y grupos constituyentes. La autoridad que debe estructurar el modelo es el comité del programa.

La mejor recomendación es estructurar el modelo en dos niveles, así:

- Nivel de cursos: se refiere a la evaluación del logro de los resultados de estudiantes a lo largo del currículo y al mejoramiento continuo a ese nivel.
- Nivel del programa: toma los resultados del nivel de cursos más información proveniente de otras fuentes para evaluar el soporte a los objetivos educativos y la misión y grupos constituyentes y definir acciones de mejoramiento para todo el programa. Es recomendable que las otras fuentes adicionen información cualitativa y cuantitativa proveniente, por ejemplo, de encuestas de salida; encuestas a egresados, empleadores y comités externos; resultados en los exámenes nacionales; resultados de empleabilidad y prácticas profesionales, y resultados de las acreditaciones nacionales, entre otros.

Las siguientes son las recomendaciones para estructurar el modelo de evaluación de cursos:

- Definición de los objetivos educativos y de los grupos constituyentes: según la definición de los PEOs dada anteriormente, éstos deben redactarse en forma de logros profesionales de los egresados y lo recomendable es que no sean más de cinco objetivos. Por su parte, los grupos constituyentes deben ser grupos con relación cercana con el programa; como se indicó arriba, una escogencia natural serían los estudiantes, profesores, egresados y empleadores. Para establecer los PEOs, lo indicado es que el comité del programa los redacte y luego consulte con los constituyentes para identificar cómo los objetivos responden a sus expectativas e intereses. Adicionalmente, es necesario establecer un ciclo de revisión periódica de los PEOs, siendo lo más indicado ciclos de dos a tres años.
- Relación de los PEOs con la misión: hay que identificar cómo los PEOs soportan la misión institucional. Lo más recomendable es descomponer la misión en elementos semánticos y cruzar en una matriz esos elementos semánticos contra los PEOs. Así, las relaciones surgen lógicamente al preguntarse qué objetivos se necesitan para lograr cada uno de los elementos de la misión.
- Escogencia de los resultados de estudiantes: por defecto, éstos son los siete SOs establecidos por la EAC. Sin embargo, el programa puede escoger SOs adicionales provisto que establezca los mecanismos para medir su logro en el currículo.



- Relaciones entre los PEOs y los SOs: esto también se hace cruzando en una matriz los PEOs contra los SOs. Las relaciones resultan sistemáticamente de la lógica de preguntar qué competencias se requieren para que los egresados logren los PEOs. Una recomendación importante es no saturar la matriz de relaciones. El resultado de este ejercicio es identificar qué relaciones conducen desde los SOs hasta la misión institucional.
- Relaciones entre los SOs y el currículo: de nuevo, esto se hace cruzando en una matriz los SOs contra los cursos del plan de estudios. Las relaciones se identifican aplicando sistemáticamente la lógica de qué competencias desarrolla cada curso según su contenido y metodologías. Dos recomendaciones son importantes: primero, hacer el ejercicio sólo para los cursos disciplinares obligatorios para todos los estudiantes y, segundo, no saturar la matriz de relaciones, es decir, no asignar más de cuatro SOs a cada curso. Se deben evitar dos situaciones indeseables: ningún resultado de estudiantes puede quedar sin cursos asignados y ningún curso puede quedar sin SOs asignados. Así se logra un soporte abundante de cursos a cada uno de los SOs sin necesidad de saturar cada uno de los cursos. Un resultado es que cada curso queda con una asignación de SOs que debe desarrollar y evaluar. El otro resultado es que, para cada uno de los cursos, es posible identificar una ruta de relaciones que lleva hasta la misión institucional a través de los SOs y los PEOs. Este ejercicio debe hacerlo el comité del programa consultando con todos los profesores a cargo de los cursos disciplinares.
- Evaluación de los SOs en los cursos: dado que cada curso tiene una asignación de SOs para desarrollar y evaluar, lo que sigue es relacionar este objetivo con el contenido, metodología e instrumentos de evaluación del curso. Lo recomendable es crear una matriz en la que los SOs van en las filas y en las columnas van las partes del contenido, metodología y medios de evaluación apropiados para cada resultado de estudiantes. Esto último permite establecer el “balance de evaluación” del curso, es decir, la distribución de SOs a evaluar en cada uno de los medios de evaluación del curso. Hay muchas formas de hacer este balance, pero lo natural es evaluar la aplicación de conocimiento e interpretación de información a través de exámenes y tareas, mientras que el diseño, comunicación, responsabilidad ética, y trabajo en equipo son más apropiados para evaluar por medio de proyectos, laboratorios, y trabajos. Este ejercicio es lo que, en el contexto de ABET, se conoce como el “assessment” del programa, es decir, el proceso de recolección de información acerca del logro de los SOs. Como el logro de los SOs para cada estudiante se lleva hasta el nivel de los instrumentos de evaluación, lo recomendable es establecer un modelo numérico para asignar el alcance de logro en cada SO. Lo indicado es asignar porcentajes de logro en cada instrumento de evaluación y ponderar según el balance de evaluación. Así, el resultado es un logro ponderado de cada estudiante en cada uno de los SOs, y así se puede calcular un logro promedio en cada SO para el curso. Eventualmente, por medio de la matriz de SOs contra cursos, se puede obtener un nivel de logro promedio del programa para cada uno de los resultados de estudiantes.
- Programación de las evaluaciones: es necesario definir la programación de las mediciones en los cursos. Hay varias formas de hacerlo; por ejemplo, se puede definir que todos los cursos evalúen sus SOs cada semestre, o que la medición sea rotativa a lo largo de varios semestres. Esto depende de lo que el programa considere más apropiado según sus recursos. También, lo recomendable es escoger una cantidad representativa de cursos disciplinares para hacer la evaluación, por ejemplo, una docena es una cantidad apropiada. Lo importante es que el conjunto permita una medición robusta de cada uno de los SOs.



Elaboración del documento de autoevaluación

Para este efecto, es necesario diligenciar la plantilla del cuestionario de autoevaluación (SSR) que la EAC diseña para cada ciclo de acreditación. Se trata de un documento de 14 capítulos: un capítulo de antecedentes del programa; ocho capítulos correspondientes cada uno a cada uno de los criterios generales de acreditación, un capítulo para los criterios específicos del programa y cuatro apéndices (sílabos de cursos, currículos de los profesores, equipos de laboratorio y resumen institucional). El SSR es mucho más que una enumeración de hechos y haberes del programa pues pide, en cada uno de los criterios de acreditación, un análisis sobre cómo la situación del programa en ese aspecto soporta el logro de los objetivos educativos. El corte de información del SSR es el año lectivo inmediatamente anterior al año en el que ocurre la visita de evaluación; es decir, el año -1 descrito arriba.

Las siguientes son recomendaciones sobre los aspectos que requieren más atención en cada uno de los criterios de acreditación:

- Criterio 1. Estudiantes: es un criterio relativamente sencillo, pero lo más importante es analizar el sistema de evaluación del aprendizaje del programa. También, hay que aportar certificados de notas de algunos graduados más recientes (seis certificados es lo más común), junto con un análisis, para cada uno, sobre cómo cada estudiante satisfizo los requisitos de grado del programa.
- Criterio 2. Objetivos educativos del programa: lo más importante es explicar cómo los PEOs soportan la misión institucional, documentar la consulta que se realizó con los grupos de interés y explicar cómo es el ciclo de revisión de los PEOs.
- Criterio 3. Resultados de estudiantes: lo más importante es explicar cómo los SOs soportan los PEOs.
- Criterio 4. Mejoramiento continuo: se trata del capítulo más extenso y delicado del SSR y se divide en dos partes: los resultados obtenidos en los SOs y el mejoramiento continuo. En la primera parte hay que explicar el modelo de evaluación del programa, la relación de los SOs con los cursos, el modelo de evaluación de SOs en los cursos, documentar ejemplos de los métodos de recolección de información sobre el logro de los SOs, analizar cómo estos resultados soportan el desarrollo de los SOs, y explicar cómo se administra y conserva la información recogida por el sistema. También, hay que describir el material suplementario que hay que preparar para la visita de evaluación, es decir, las muestras de evaluaciones de cursos en las que se evidencie la evaluación de los SOs. En cuanto al mejoramiento continuo, hay que documentar las acciones de mejoramiento implementadas en los cursos y al nivel del programa.
- Criterio 5. Currículo: hay que describir el plan de estudios y cómo éste permite el desarrollo de los resultados de estudiantes, hay que analizar cómo se articula la cadena de prerrequisitos y cómo el plan de estudios cumple con los requisitos específicos en cuanto a cubrimiento de áreas académicas y contenidos.
- Criterio 6. Profesores: hay que analizar el grupo de profesores en cuanto a su cualificación, suficiencia para cubrir el plan de estudios y carga de trabajo. Adicionalmente, hay que analizar el ámbito de autoridad de la planta de profesores para administrar el programa.
- Criterio 7. Instalaciones: hay que describir las instalaciones (oficinas, laboratorios, salas de cómputo) y los recursos informáticos y de biblioteca y analizar cómo estos recursos soportan el logro de los objetivos del programa.



- Criterio 8. Soporte institucional: hay que explicar cómo se administra el programa, cómo se asigna el presupuesto, cómo operan los programas de desarrollo profesoral, contratación y retención de profesores, y cómo operan los programas de apoyo a la docencia.
- Criterios específicos de programa: hay que analizar cómo se cumplen estos criterios, que usualmente se refieren al cubrimiento de áreas curriculares y a la cualificación de profesores.

Una consideración adicional sobre el criterio 4 es importante. Es necesario que los resultados de la evaluación de los SOs se presenten al más alto nivel de agregación posible de modo que fácilmente se pueda concluir sobre el logro de los SOs. Es decir, lo que se debe reportar son resultados procesados y no datos crudos al nivel de evaluaciones de estudiantes individuales. Entonces, lo recomendable es reportar en el cuerpo del criterio 4 la evolución de los logros de los SOs y del programa completo y dejar para un anexo los resultados de los SOs en los cursos individuales.

Finalmente, como indica el APPM, toda la evaluación de ABET se lleva a cabo en inglés. Por tanto, el SSR tiene que estar escrito en inglés. Sin embargo, si el idioma de instrucción es diferente, ABET acepta que las muestras de material suplementario estén en el idioma de instrucción y se acompañen con una guía de traducción.

Evidencias de trabajo de cursos

Como se indicó arriba, estos materiales constituyen el material suplementario que se debe preparar para revisión durante la visita de evaluación. La recomendación es que, durante el año previo al año de la visita, los profesores conserven copias de muestras representativas de evaluaciones de los cursos en las que se evidencie la evaluación de los resultados de estudiantes. Lo ideal es que estas muestras cubran todos los instrumentos de evaluación de los cursos. Lo recomendable es organizar estos materiales por cursos.

Seguridad de laboratorios e instalaciones

Según el APPM, es necesario que el SSR presente la política institucional de seguridad y salud en el trabajo y cómo se implementa para que las instalaciones del programa sean seguras para sus usuarios y ocupantes. En particular, los laboratorios y salas deben estar debidamente identificados, las áreas deben estar demarcadas, los equipos deben estar identificados, los elementos de protección personal deben estar disponibles, lo mismo los extintores y otros equipos contra incendios, y deben estar disponibles para los estudiantes los manuales de seguridad y de uso de los equipos e instalaciones.

Organización de la visita de evaluación

Como se indicó arriba, el coordinador de la visita y el director del programa o el coordinador de acreditación de la facultad de ingeniería definirán la organización de la visita de evaluación. Lo usual es que la visita tenga lugar de domingo en la tarde a martes en la tarde, así:

- Domingo en la tarde: visita a los laboratorios y revisión del material suplementario.



- Lunes en la mañana: se inicia con una presentación del decano de la facultad de ingeniería y luego se dividen el coordinador y el evaluador del programa. El coordinador se entrevistará con las autoridades de la universidad (rector, vicerrector académico, vicerrector administrativo, director de admisiones, director de la biblioteca), mientras que el evaluador del programa se entrevistará con el director del programa y profesores seleccionados por éste previamente.
- Lunes en la tarde: continúan las entrevistas con profesores, estudiantes, egresados y empleados.
- Martes en la mañana: continúan las entrevistas que hagan falta.
- Martes en la tarde: reunión de salida con el rector, el decano y el director del programa (y otras autoridades que el rector desee invitar) con el coordinador y el evaluador, en la cual aquel leerá el informe de salida. El informe de salida presenta las fortalezas del programa y los hallazgos de preocupaciones, debilidades o deficiencias encontradas. Este informe es el antecedente del reporte preliminar que recibirá el programa a principios del año siguiente.

Respuesta a los hallazgos de la evaluación

Como se ha indicado previamente, el informe de salida de la visita de evaluación indica los hallazgos encontrados, de modo que lo más recomendable es que el programa empiece inmediatamente a preparar las acciones de mejoramiento que deberá aportar y documentar luego de que llegue el reporte preliminar de acreditación a principios de febrero del año siguiente. Es decir, el programa tendrá plazo hasta mediados de marzo del año +1 para responder y hasta mediados de abril si dispusiera del período de respuesta post 30 días de debido proceso. Lo recomendable es enfocarse sólo en lo que hay que responder, dar las explicaciones necesarias y mostrar una buena voluntad de mejoramiento. El documento de respuesta debe cargarse en el AMS.

4. Conclusiones

La preparación para obtener la acreditación de ABET es un proceso largo, delicado, que implica una cantidad importante de cambios en la forma tradicional de enseñanza y evaluación, pero que les deja a los programas académicos un proceso sistemático de aseguramiento y mejoramiento de la calidad académica. Las explicaciones y recomendaciones dadas en este trabajo seguramente ayudarán a transitar este camino más expeditamente y sin mayores contratiempos.

Sobre el autor

- **Jorge Francisco Estela:** Ingeniero Químico de la Universidad del Valle, Doctor en Filosofía (Termodinámica Química) de la Universidad de Londres – *Imperial College of Science, Technology, and Medicine*. Profesor Titular de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Javeriana de Cali. jfe@javerianacali.edu.co



Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

