

Gap analysis between Engineering Technology Accreditation Criteria in Peru and the IEA Graduate Attributes Profiles

Daniel Sánchez Ruíz, Ingeniero Electrónico
Sociedad de Educación del IEEE, Perú, jd.sanchez@ieee.org

Abstract— The International Engineering Alliance aims to promote mobility of the profession via accords and agreements among members' economies. The Sydney Accord (SA) establishes mutual recognition of accredited qualifications for engineering technologists. Accreditation bodies must demonstrate a "substantial equivalence" with the International Engineering Alliance (IEA) Graduate Attributes Profile and Best Practices in order to enable the mobility of accredited programs graduates. ICACIT join to the Sydney Accord in 2016 as provisional member and seek reach the full membership in the following years.

This paper makes a comparative analysis of the ICACIT Criteria against the IEA Graduate Attributes Profile, a qualitative judgment about the extent of alignment between the IEA Profiles and the ICACIT Criteria and based on this judgment, recommend a proposal that IEEE should provide to ICACIT; with the intention that ICACIT could be recognized by the Sydney Accord as full member.

Keywords- Accreditation, Engineering Education, Engineering Technology, Mutual Recognition, Student Outcomes

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.218>
ISBN: 978-0-9993443-1-6
ISSN: 2414-6390

Análisis de brechas entre los Criterios de Acreditación de Tecnología en Perú y los Atributos del Graduado del IEA

Daniel Sánchez Ruíz, Ingeniero Electrónico
Sociedad de Educación del IEEE, Perú, jd.sanchez@ieee.org

Abstract— The International Engineering Alliance aims to promote mobility of engineering professionals via accords and agreements among members' economies. The Sydney Accord (SA) establishes mutual recognition of accredited qualifications for engineering technologist. Accreditation bodies must demonstrate a "substantial equivalence" with the International Engineering Alliance (IEA) Graduate Attributes Profile and Best Practices in order to enable the mobility of accredited programs graduates. ICACIT join to the Sydney Accord in 2016 as provisional member and seek reach the full membership in the following years.

This paper makes a comparative analysis of the ICACIT criteria against the IEA Graduate Attributes Profile, a qualitative judgment about the extent of alignment between the IEA Profiles and the ICACIT Criteria and based on this judgment, recommend a proposal that IEEE should provide to ICACIT; with the intention that ICACIT could be recognized by the Sydney Accord as full member.

Keywords— Accreditation, Engineering Education, Engineering Technology, Mutual Recognition, Student Outcomes

I. INTRODUCCIÓN

La Alianza Internacional de Ingeniería (IEA, por sus siglas en inglés) es una organización compuesta por los signatarios de varios acuerdos internacionales vinculados a la acreditación de programas de ingeniería y tecnología en la ingeniería, y al registro profesional. [1]

Los tres acuerdos del IEA vinculados a acreditación son el Acuerdo de Washington, para programas de ingeniería; el Acuerdo de Sídney, para programas de tecnología en ingeniería; y el Acuerdo de Dublín, para programa técnicos en ingeniería. [2]

Los tres acuerdos — también conocidos como acuerdos de reconocimiento mutuo — son acuerdos entre agencias de acreditación no gubernamentales. A través de estos acuerdos, las organizaciones participantes reconocen la equivalencia substancial de los otros procesos de acreditación y a los graduados de los programas acreditados por estos. Los sistemas de acreditación que son substancialmente equivalentes tienen estándares, resultados de aprendizaje y procesos comparables — más no necesariamente idénticos. Con base en la equivalencia sustancial, los acuerdos recomiendan que los graduados de programas acreditados por cualquiera de los signatarios sean reconocidos por todos los demás satisfaciendo los requisitos académicos para iniciar la práctica profesional.

En junio de 2001, reconociendo la importancia de utilizar estándares uniformes como base para juzgar la equivalencia sustancial, el IEA inició un proceso a largo plazo para definir,

por acuerdo mutuo, el Perfil de Atributos del Graduado y de Competencias Profesionales para las tres principales categorías de profesionales: ingenieros, tecnólogos en ingeniería y técnicos en ingeniería.

El Perfil de Atributos del Graduado está conformado por tres conjuntos de resultados de aprendizaje individualmente evaluables que son indicadores del potencial de que tienen los graduados para adquirir las competencias necesarias para la práctica dentro de una categoría dada. El Perfil de Competencias Profesionales define las competencias que se espera que un profesional, en cada categoría, demuestre de manera integral al momento de obtener la licencia profesional.

El Perfil de Atributos del Graduado y Competencias Profesionales del IEA son, por diseño, aplicables a todas las disciplinas de ingeniería. IEA adoptó la primera versión de estos perfiles en junio de 2005 y la actualización más reciente se publicó en junio de 2013. [3] El actual Perfil de Atributos del Graduado y Competencias Profesionales del IEA se basa en extensos análisis académicos y esfuerzos de coordinación [4].

En el sistema de acreditación de ICACIT, la agencia de acreditación de programas de computación, ingeniería y tecnología en Perú, el equivalente al Perfil del Graduado del IEA es el conjunto de *resultados del estudiante* listados dentro de los criterios de acreditación establecidos por cada uno de los tres comités de acreditación de ICACIT. Específicamente, los atributos del graduado requeridos son indicados en el Criterio 3 (Resultados del Estudiante) y complementados por ciertas disposiciones en el Criterio 5 (Plan de Estudios).

Como parte de los esfuerzos requeridos para ser admitido como miembro pleno del Acuerdo de Sídney, ICACIT debe someter a revisión sus criterios con el fin de garantizar la equivalencia substancial entre sistema de acreditación de ICACIT y el de los signatarios del Acuerdo de Sídney. Este proceso se suma a otros esfuerzos anteriores que permitieron el ingreso de ICACIT como miembro provisional al Acuerdo de Sídney en el 2016.

Dada esta situación, el cambio de los Criterios 3 y 5 de Comité de Acreditación de Tecnología en Ingeniería (CAT) representa una gran oportunidad para IEEE de aportar como miembro de la Asamblea General de ICACIT y dar una mayor coherencia con el Perfil de Atributos del Graduado del IEA. Un requisito previo necesario para una mayor coherencia es una comparación rigurosa del Perfil de Atributos del Graduado del IEA con los Criterios 3 y 5 del CAT de ICACIT. Hasta la fecha, el autor no conoce ningún análisis de este tipo que haya sido publicado.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.218>
ISBN: 978-0-9993443-1-6
ISSN: 2414-6390

16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion", 19-21 July 2018, Lima, Peru.

II. PROPÓSITO Y ALCANCES

Este artículo busca responder la siguiente pregunta de investigación: *¿En qué grado cumplen los Criterios de ICACIT para programas de Tecnología en Ingeniería con el Perfil de Atributos del Graduado del IEA?*

El propósito de este análisis es ayudar a la Sección Perú del IEEE a emitir una propuesta de cambios a los Criterios 3 y 5 del CAT, identificando los aspectos del Perfil de Atributos del Graduado del IEA que merecen consideración para su incluirse dentro de los criterios y su aplicación en las evaluaciones con fines de acreditación de programas de tecnología en ingeniería en el Perú.

El alcance de este documento se centra principalmente en la acreditación de programas de tecnología en ingeniería y, por lo tanto, se tendrá en consideración únicamente el Perfil de Atributos del Graduado de la IEA referido al Acuerdo Sídney (es decir, tecnología en ingeniería). El Perfil de Competencias Profesionales del IEA está fuera del alcance de este documento, ya que se aplican a los profesionales en el momento de la licencia profesional.

III. METODOLOGÍA

El autor aborda la pregunta de investigación a través de la siguiente *metodología*:

- 1) Examinar el contenido y la estructura del Perfil de Atributos del Graduado del IEA, con énfasis en el Perfil para los programas del Acuerdo de Sídney.
- 2) Comparar el Perfil de Atributos del Graduado del IEA para tecnología en ingeniería con los actuales Criterios del CAT de ICACIT [5], identificando cualquier discrepancia sustancial entre ellos.
- 3) Hacer un juicio cualitativo sobre qué elementos del Perfil del IEA y los Criterios del CAT deben alinearse más.
- 4) Con base en este juicio, sugerir propuestas de cambios que IEEE debería proporcionar a ICACIT con respecto al Criterio 3 y 5 del CAT.

IV. PERFIL DE ATRIBUTOS DEL GRADUADO DEL IEA

La descripción detallada del propósito, limitaciones y organización del Perfil de Atributos del Graduado del IEA es proporcionado en la Referencia 3.

El perfil se organiza en doce características diferenciadoras: conocimiento de ingeniería, análisis de problemas, diseño/desarrollo de soluciones, investigación, uso de herramientas modernas, ingeniería y sociedad, medio ambiente y sostenibilidad, ética, trabajo individual y en equipo, comunicación, gestión de proyectos y finanzas, y aprendizaje permanente. Debido a que estas características son lógicamente distintas, resultan en atributos del graduado evaluables individualmente. Las tres columnas restantes contienen el Perfil de Atributos del Graduado para graduados de programas del Acuerdo de Washington (es decir, de ingeniería), identificados como WA1-WA12; del Acuerdo de

Sídney (es decir, tecnología en ingeniería), SA1-SA12; y del Acuerdo de Dublín (es decir, técnicos en ingeniería), DA1-DA12.

Obsérvese también que todos los elementos individuales del Perfil de Atributos del Graduado se refieren a elementos asociados (por ejemplo, WK1, SK4, DK7) de un *Perfil de Conocimientos* también contenido en la Referencia 3. El Perfil de Conocimientos del IEA describe los tipos y niveles de conocimientos requeridos por ingenieros, técnicos de ingeniería y técnicos de ingeniería en ocho diferentes dominios: ciencias naturales, matemáticas, fundamentos de ingeniería, conocimientos especializados de ingeniería, diseño de ingeniería, tecnologías en ingeniería, ingeniería en la sociedad y literatura de investigación. El Perfil de Conocimientos agrega efectivamente una nueva dimensión al Perfil de Atributos del Graduado, proporcionando una rica descripción del conocimiento asociado con cada atributo, para las tres categorías de ingeniería.

Por ejemplo, el Atributo WA1 especifica que los ingenieros deben “aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias naturales, fundamentos de ingeniería y una especialización de ingeniería ...”, pero no nos dice nada sobre la naturaleza de los conocimientos matemáticos, científicos y de ingeniería requeridos. El Perfil de Conocimientos resuelve esta ambigüedad, especificando, por ejemplo, que las matemáticas deben incluir “estadística y aspectos formales de informática y ciencias de la información para apoyar el análisis y el modelado” (WK2); que las ciencias naturales deberían ser sistemáticas y teóricas (WK1); y que gran parte del conocimiento de la especialización de ingeniería debería estar “a la vanguardia de la disciplina” (WK4). Así, el Perfil de Conocimientos agrega considerable sustancia a los atributos que de otra manera podrían ser vistos como vagos o demasiado amplios.

El Perfil de Atributos del Graduado es complementado además por una similarmente estructurada *matriz de Solución de Problemas*, también contenida en la Referencia 3. Esta matriz se organiza en términos de los tipos de problemas que se espera resolver según cada categoría profesional: problemas complejos para ingenieros, problemas ampliamente definidos para los tecnólogos en ingeniería y problemas bien definidos para los técnicos en ingeniería. La matriz define los problemas complejos, ampliamente definidos y bien definidos de manera precisa y exhaustiva, en términos de la profundidad del conocimiento requerido, la gama de requisitos conflictivos, la profundidad del análisis requerido, la familiaridad de los temas, el alcance de los códigos aplicables, la participación de los grupos de interés, la interdependencia, consecuencias y juicio requerido.

Estos tres tipos de problemas son referidos a lo largo del Perfil de Atributos del Graduado, proporcionando así la base para una diferenciación potente e inequívoca entre los atributos requeridos de ingenieros, tecnólogos y técnicos.

V. COMPARATIVA ENTRE ATRIBUTOS DEL GRADUADO DEL IEA Y RESULTADOS DEL ESTUDIANTE DEL CAT

La Tabla 1 (a continuación) proporciona una comparación directa de los elementos individuales del Perfil de Atributos del Graduado del IEA para los programas del Acuerdo de Sídney con las correspondientes disposiciones pertinentes de los Criterios de la CAT para los Programas de Tecnología en Ingeniería. Las columnas 1 y 2 de esta tabla presentan las doce características diferenciadoras del IEA y los atributos del graduado asociados para los programas de tecnología en ingeniería. La columna 3 muestra las disposiciones correspondientes del Criterio 3 del CAT – once resultados diseñados de la (a) a la (k). Tener en cuenta que algunas provisiones de los Criterios del CAT han sido presentadas fuera del orden original para facilitar la comparación.

Las disposiciones del Criterio 5 del CAT (Plan de Estudios) no son resultados del estudiante y, por lo tanto, no son directamente comparables con los Atributos de Graduado del IEA. Sin embargo, algunas de estas disposiciones complementan al Criterio 3: Resultados del Estudiante y por lo tanto se abordan en el análisis comparativo.

Para analizar la consistencia de los Criterios de Tecnología en Ingeniería de ICACIT con los Atributos del Graduado del IEA, comparamos las Columnas 2 y 3 de la Tabla 1 para cada una de las doce características diferenciadoras en términos de alcance, especificidad y nivel cognitivo. Teniendo en consideración también el Perfil de Conocimientos y la matriz de Solución de Problemas del IEA y las notas referidas al Criterio 5 del CAT. Las observaciones específicas de esta comparación son las siguientes:

- El término *problemas ampliamente definidos* es usado en siete de los doce Atributos del Graduado del IEA (SA2 - SA7 y SA10). Tomando en cuenta las definiciones multidimensionales provistas en la *matriz del Espectro de Solución de Problemas*, IEA proporciona una distinción clara y sin ambigüedad entre las capacidades esperadas de un ingeniero, un tecnólogo en ingeniería y un técnico en ingeniería. Por otro lado, si bien en los Criterios de Acreditación de ICACIT existen definiciones de los diferentes niveles de complejidad de las actividades propias de la ingeniería, esta distinción entre ingenieros, tecnólogos en ingeniería y técnicos en ingeniería aun no es suficientemente clara.
- Respecto a Conocimientos de Ingeniería, el Resultado (b) se asigna al Atributo SA1; aunque la especificidad del Resultado (b) queda corto en un aspecto significativo. Si hacemos una referencia directa a los elementos SK1, SK2 y SK3 del Perfil de Conocimientos, el Atributo SA1 proporciona una descripción valiosa de los tipos de matemáticas, ciencias naturales, y fundamentos de ingeniería a ser aplicados. El conocimiento de las ciencias naturales debe ser sistemático y basado en la teoría; y el conocimiento de matemáticas debe incluir “matemática

conceptual, análisis numérico, estadística y aspectos de computación y ciencias de la información ...” El resultado (b) simplemente indica la selección de matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología. Sin embargo, esto es complementado parcialmente con el Criterio 5, donde se exige dentro del plan de estudios la inclusión de “... cálculo diferencial e integral, u otras matemáticas por encima del nivel de álgebra y trigonometría...”, sin hacer mención a la estadística ni la inclusión de aspectos de computación y ciencias de la información que soporten el análisis uso de modelos.

- Respecto al Análisis de Problemas, el Resultado (f) se asigna al Atributo SA2, pero su alcance y especificidad queda corto en un asunto significativo. El Atributo SA2 incluye investigación de literatura como una parte integral del proceso de resolución de problemas, mientras el Resultado (f) no.
- Respecto al Diseño/Desarrollo de Soluciones, el Resultado (d) se asigna al Atributo SA3, pero su alcance queda corto en un asunto significativo. Mientras el Atributo del Graduado SA3 especifica que el diseño debe realizarse “considerando la salud pública y aspectos de seguridad, culturales, de la sociedad y ambientales” enfatizando que *todas estas restricciones* deben cumplirse, el Resultado (d) no lo hace y las omite por completo.
- Respecto a la Investigación, el Resultado (c) se asigna al Atributo SA4, sin embargo, el alcance del Resultado (c) queda corto pues en el Atributo SA4 no solo conduce experimentos sino también incluye la “búsqueda y selección de información relevante de códigos, bases de datos y literatura” para la realización de dichos experimentos.
- Respecto al Uso de Herramientas Modernas, el Resultado (a) se asigna al Atributo SA5, pero el Resultado (a) queda corto tanto en el alcance y nivel cognitivo en dos aspectos significativos:
 - El Atributo SA5 explícitamente identifica “la predicción y modelamiento” de problemas ampliamente definidos, mientras que el resultado (a) no.
 - El Atributo SA5 requiere la comprensión de las limitaciones de las herramientas modernas, mientras que el resultado (a) no.
- Respecto al Ingeniería y Sociedad, el Resultado (j) se asigna al Atributo SA6; sin embargo, el Atributo SA6 proporciona una especificidad significativamente mayor y un nivel cognitivo más alto. El Resultado (j) requiere solo el “conocimiento del impacto de las soluciones... en un contexto social y global”, sin hacer referencia a debida “compresión” de asuntos de salud, seguridad, legal, cultural y de las responsabilidades que conlleva la practica como tecnólogo.
- Respecto al Medio Ambiente y Sostenibilidad, el Atributo SA7 requiere “comprender y evaluar la sostenibilidad” sin ningún equivalente en Criterio 3 del CAT.

TABLA I
Comparación entre Atributos del Graduado del IEA y Resultados del Estudiante del CAT

Característica Diferenciadora	Acuerdo de Sídney Atributo del Graduado	ICACIT CAT Criterio 3: Resultados del Estudiante
Conocimiento de Ingeniería	SA1: Aplica conocimientos de matemáticas, ciencias naturales, fundamentos de ingeniería y de una especialidad de ingeniería como se especifica en SK1 - SK4 respectivamente para definir y aplicar procedimientos, procesos, sistemas y métodos de ingeniería	(b) La capacidad de seleccionar y aplicar un conocimiento de matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología en problemas de tecnología en ingeniería que requieran la aplicación de principios y procedimientos o metodologías aplicadas.
Análisis de Problemas	SA2: Identifica, formula, investiga literatura y analiza problemas <i>ampliamente definidos</i> de ingeniería alcanzando conclusiones fundamentadas en el uso de herramientas analíticas apropiadas para la disciplina o área de especialización (SK1 - SK4)	(f) La capacidad de identificar, analizar y resolver problemas de tecnología en ingeniería ampliamente definidos.
Diseño/ Desarrollo de Soluciones	SA3: Diseña soluciones para problemas <i>ampliamente definidos</i> de ingeniería y <i>contribuye</i> al diseño de sistemas, componentes o procesos para satisfacer necesidades específicas con la consideración debida de la salud pública y las consideraciones de seguridad, cultura, sociedad, y ambientales (SK5)	(d) La capacidad de diseñar sistemas, componentes o procesos para problemas de tecnología en ingeniería ampliamente definidos apropiados para los objetivos educacionales del programa.
Investigación	SA4: Conduce estudios de problemas <i>ampliamente definidos</i> ; localiza, busca y selecciona información relevante de códigos, bases de datos y literatura (SK8), diseña y conduce experimentos para producir conclusiones válidas	(c) La capacidad de conducir pruebas y mediciones estándares; y conducir, analizar e interpretar experimentos; y aplicar los resultados experimentales para mejorar los procesos.
Uso de Herramientas Modernas	SA5: Selecciona y utiliza técnicas, recursos y herramientas modernas de ingeniería y de TI apropiadas, incluyendo la predicción y el modelamiento de problemas <i>ampliamente definidos</i> de ingeniería, comprendiendo las limitaciones (SK6)	(a) La capacidad de seleccionar y aplicar los conocimientos, técnicas, habilidades y herramientas modernas de la disciplina en actividades de tecnología en ingeniería ampliamente definidas.
Ingeniería y Sociedad	SA6: Demuestra comprender los asuntos sociales, de salud, de seguridad, legales y culturales y las responsabilidades que conllevan la práctica como tecnólogo en ingeniería y las soluciones de problemas ampliamente definidos de ingeniería (SK7)	(j) El conocimiento del impacto de las soluciones de la tecnología en ingeniería en un contexto social y global.
Medio Ambiente y Sostenibilidad	SA7: Comprende y evalúa la sostenibilidad y el impacto del trabajo tecnológico en ingeniería en la solución de problemas ampliamente definidos de ingeniería en un contexto social y ambiental (SK7)	
Ética	SA8: Comprende y se compromete con la ética y las responsabilidades profesionales y las normas de la práctica como tecnólogo en ingeniería (SK7)	(i) La comprensión y el compromiso para encarar las responsabilidades profesionales y éticas incluyendo el respeto por la diversidad.
Trabajo Individual y en Equipo	SA9: Se desenvuelve eficazmente como individuo y como miembro o líder en equipos diversos	(e) La capacidad de desenvolverse eficazmente como miembro o líder de un equipo técnico.
Comunicación	SA10: Se comunica eficazmente en actividades <i>ampliamente definidas</i> de ingeniería con la comunidad de ingeniería y con la sociedad en general; es capaz de comprender y redactar informes eficaces y documentación de diseño, hacer presentaciones eficaces, y dar y recibir instrucciones claras	(g) La capacidad de aplicar la comunicación escrita, oral y gráfica en entornos técnicos y no técnicos; y la capacidad de identificar y usar literatura técnica apropiada.
Gestión de Proyectos y Finanzas	SA11: Demuestra conocimiento y comprensión de los principios de gestión en ingeniería, y aplica estos a su propio trabajo, como miembro o líder de un equipo, para gestionar proyectos en entornos multidisciplinarios	
Aprendizaje Permanente	SA12: Reconoce la necesidad y tiene la capacidad para dedicarse a un aprendizaje autónomo y permanente en tecnologías especializadas	(h) La comprensión de la necesidad del desarrollo profesional permanente autodirigido y la capacidad para encararlo. (k) Compromiso con la calidad, la puntualidad y la mejora continua.

- Respecto a la Ética, el Resultado (i) se asigna al Atributo SA8 satisfaciendo en demasía, al incluir también el respeto por la diversidad.
- Respecto al Trabajo Individual y en Equipo, el Resultado (e) se asigna al Atributo SA9; sin embargo, el Resultado (e) queda corto respecto a la diversidad.
- Respecto a Comunicación, el Resultado (g) se asigna al Atributo SA10. El Resultado (g) aborda plenamente lo requerido en el Atributo SA10, incluyendo además la capacidad de identificar y usar literatura técnica apropiada.
- Respecto a Gestión de Proyectos y Finanzas, el Atributo SA11 no tiene ningún equivalente en el Criterio 3 del CTAT.
- Respecto al Aprendizaje Permanente, los Resultados (h) y (k) son asignados al Atributo SA12. Los Resultados (h) y (k) abordan plenamente lo requerido en el Atributo SA12, incluyendo además el “compromiso con la calidad, la puntualidad y la mejora continua.”

En términos generales, los Criterios 3 y 5 del CAT corresponden razonablemente bien al Perfil de Atributos del Graduado del IEA, pero con dos deficiencias significativas: la comprensión y evaluación de la sostenibilidad (SA7) y la comprensión y aplicación de la gestión de proyectos y finanzas (SA11). También vale la pena mencionar que los Resultados del Estudiante quedan cortos en nivel cognitivo, alcance o especificidad al corresponder a los Atributos del Graduado, en ocho de las diez características diferenciadoras restantes.

VI. CONCLUSIONES

Con base en la comparación entre los Criterios 3 y 5 del CAT con el Perfil de Atributos del Graduado del IEA para programas del Acuerdo de Sídney, el autor presenta las siguientes conclusiones:

(1) La consistencia entre los actuales Criterios 3 y 5 del CAT y el Perfil de Atributos del Graduado del IEA es media en el mejor de los casos. La comprensión y la evaluación de la sostenibilidad (SA7) y la comprensión y aplicación de la gestión de proyectos y finanzas (SA11) no se abordan en los actuales Criterios 3 o 5 de la CAT. Y para ocho de las diez características diferenciadoras restantes, los resultados actuales del criterio 3 del CAT no corresponden plenamente a los atributos a nivel cognitivo, de alcance o especificidad. Por ejemplo, los Resultados del Estudiante del Criterio 3 del CAT no requieren la consideración de todas las restricciones relevantes en el diseño de ingeniería.

(2) Las matrices del Perfil de Conocimientos y del Espectro de Solución de Problemas del IEA proporcionan un complemento enriquecedor al Perfil de Atributos del Graduado del IEA, aclarando en gran medida su aplicación. Los criterios de acreditación que sigan la estructura de organización de los Atributos del Graduado del IEA también podrían aprovechar estos recursos adicionales.

(3) Finalmente, un aspecto particularmente poderoso de los Atributos del Graduado, el Perfil de Conocimientos, y la matriz del Espectro de Solución de Problemas del IEA es su clara, consistente, inequívoca diferenciación entre las competencias requeridas de ingenieros, tecnólogos de ingeniería y técnicos de ingeniería. Por otro lado, la distinción entre ingeniería, tecnología en ingeniería y técnica en ingeniería en los actuales Criterios de ICACIT es considerablemente menos definida.

Con base en estas conclusiones, ¿pueden los criterios del CAT de ICACIT ser considerados substancialmente equivalente al Perfil de Atributos del Graduado del IEA para programas del Acuerdo de Sídney? La respuesta a esta pregunta requiere de un juicio que depende en gran medida de la interpretación del término "equivalencia sustancial". Dada esta subjetividad inherente, este juicio debe ser hecho por expertos, versados en los estándares y las expectativas del IEA. ICACIT podrá obtener respuesta a esta interrogante durante el proceso de mentoría establecido para todas las organizaciones en estado provisional que aspiran a ser admitidos como miembro pleno en alguno de sus acuerdos.

Desde la perspectiva del autor, queda claro el beneficio que representa una mayor concordancia entre los Criterios de Acreditación de ICACIT y el Perfil de Atributos del Graduado del IEA por las siguientes razones:

- Beneficia los intereses de ICACIT, los tecnólogos en ingeniería del país y el público en general.
- Se reflejaría en una mayor movilidad internacional para los graduados de los programas de tecnología acreditados por ICACIT.
- Lo más importante es que mejorará la calidad de la educación en tecnología en ingeniería en Perú. Como se demostró en este trabajo, el Perfil de Atributos de Graduados del IEA exceden sistemáticamente los Criterios de ICACIT en rigor, exhaustividad, coherencia y especificidad. Los programas que cumplan plenamente con los Atributos de Graduación de la IEA producirán graduados con mayores niveles de conocimiento y habilidad.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo con estas conclusiones, el autor recomienda:

- Que IEEE proponga a ICACIT la inclusión de: (1) La comprensión y la evaluación de la sostenibilidad y (2) la comprensión y aplicación de la gestión de proyectos y finanzas como parte de los Resultados del Estudiante del Criterio 3 del CAT.
- Que IEEE abogue por una nueva formulación del Criterio 3 del CAT que resuelva las faltas de nivel cognitivo, de alcance y especificidad de los Resultados del Estudiante identificadas en el presente trabajo.
- Evitar fusionar múltiples resultados del Criterio 3. El Perfil de Atributos del Graduado del IEA se organiza en doce características diferenciadoras por una razón: son categorías lógicamente distintas, que sirven de base para definir resultados individualmente evaluables. La combinación de dos o más de estas categorías en un solo resultado podría parecer mejorar la eficiencia; pero, de hecho, resulta en una "falsa economía" pues los elementos individuales deben ser evaluados por separado.

REFERENCIAS

- [1] "Governance Structure and Procedures", International Engineering Alliance.
<http://www.ieagrements.org/assets/Uploads/Documents/Policy//IEA-Governance-Structure-and-Procedures.pdf>
- [2] "The Educational Accords Rules and Procedures", International Engineering Alliance.
[http://www.ieagrements.org/assets/Uploads/Documents/Policy//IEA%20Rules%20and%20Procedures%20\(3%20June%202006\).pdf](http://www.ieagrements.org/assets/Uploads/Documents/Policy//IEA%20Rules%20and%20Procedures%20(3%20June%202006).pdf)
- [3] "Graduate Attributes and Professional Competencies", International Engineering Alliance.
<http://www.ieagrements.org/assets/Uploads/Documents/Policy/Graduate-Attributes-and-Professional-Competencies.pdf>
- [4] H. Hanrahan, "Toward Global Recognition of Engineering Qualifications Accredited in Different Systems," *ENAE Conference. Belgium*. September 2013
<http://www.enaee.eu/wp-assets-enaee/uploads/2012/01/HANRAHAN-Paper-130820.pdf>
- [5] "Criterios de Acreditación de Programas de Tecnología en Ingeniería, Ciclo de Acreditación 2017", ICACIT
<http://www.icacit.org.pe/web/component/content/article/5-acreditacion/3-acreditacion-tecnologia.html>