

Criterios para orientar y evaluar el trabajo académico en ingeniería

Gerardo Aragón-González, Mario-Ulises Larque-Saavedra, Alejandro León-Galicia e Ivan Vázquez-Álvarez

RESUMEN

Se presenta una metodología para orientar y evaluar el trabajo académico en instituciones de Ingeniería. Consiste en concretar, mediante criterios académicos, la generalidad del Plan Nacional de Desarrollo y Normatividad del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, legislaciones de instituciones, de órganos colegiados, departamentos o facultades y perfiles de egresados. Los criterios proponen en esencia una evaluación cualitativa y se aplica a colectivos académicos, con el fin de contrarrestar la fragmentación y fractura de la Ciencia, Tecnología e Innovación, en relación con la solución de problemas nacionales, sin considerar al Journal Citations Reports. Se muestra un estudio de caso.

Palabras clave: orientación, evaluación académica, México.

Gerardo Aragón-González

gag@correo.azc.uam.mx

Mexicano. Maestro en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional, México. Profesor Titular "C", Programa de Desarrollo Profesional en Automatización, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México. Temas de investigación: control de movimiento, optimización de ciclos de potencia, educación en ingeniería.

Mario-Ulises Larque-Saavedra

mis@correo.azc.uam.mx

Mexicano. Maestro en Ciencias, Colegio de Graduados, Chapingo, México. Profesor Titular "C", Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México. Temas de investigación: estadística e investigación de operaciones, educación en ingeniería.

Alejandro León-Galicia

alg@correo.azc.uam.mx

Mexicano. Maestro en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional, México. Profesor Titular "C", Programa de Desarrollo Profesional en Automatización, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México. Temas de investigación: control de movimiento, automatización de procesos de manufactura, aplicaciones de potencia fluida, educación en ingeniería.

Ivan Vázquez-Álvarez

iva@correo.azc.uam.mx

Mexicano. Doctor por la Universidad Estatal, Moscú-Lomonosov, Federación Rusa. Profesor Titular "A", Departamento de Electrónica, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México. Temas de investigación: control de movimiento, optimización de frenos ABS, educación en ingeniería.

Crítérios acadêmicos para orientar e avaliar o trabalho acadêmico em engenharia

RESUMO

Se presenta una metodología para orientar e avaliar o trabalho acadêmico em instituições de Engenharia. Consiste em concretizar através de critérios acadêmicos, a generalidade do Plan Nacional de Desarrollo y Normatividad do Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, legislações de instituições, de órgãos colegiados, departamentos ou faculdades e perfis de formandos. Os critérios propõem em essência uma avaliação qualitativa e se aplica a coletivos acadêmicos, com o fim de combater a fragmentação e fratura da Ciência, Tecnologia e Inovação, em relação com a solução de problemas nacionais, sem considerar al Journal Citations Reports. Mostra-se um estudo de caso.

Palavras chave: orientação, evacuação acadêmica, México.

Academic Criteria to Guide and Assess the Academic Work in Engineering Degree

ABSTRACT

This article presents a methodology to guide and assess the academic work in institutions that carry out research on engineering. It lies in materializing, by means of academic criteria, the generality of the National Development and Normativity Program of the National Science and Technology Council (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACyT), particularly about legislation of institutions, collegiate bodies, departments or faculties and the profile of graduated students. The criteria propose essentially a qualitative assessment and are applied to the academic collectives in order to counteract the fragmentation and breakup between Science, Technology and Innovation and the need to find solutions to national problems, without taking into account the Journal Citations Reports. The authors show this by means of a case study.

Key words: orientation, assessment, Mexico.

Recepción: 04/05/15. **Aprobación:** 07/04/17.



Introducción

En los países desarrollados la relación universidad-gobierno-sector productivo se manifiesta de manera muy distinta a como sucede en México. En estos países existe una relación, evidente y profunda, entre la investigación básica, la innovación y el desarrollo tecnológico. Las universidades y laboratorios, sean privados o no, están involucrados estrechamente con la operación de estructuras gubernamentales. Con esta poderosa infraestructura se apuntala, entre otras cosas, la competitividad de los productos elaborados en dichos países (Aragón-González et al., 1995: 9).

La estructura productiva de México, sobre todo la exportadora, tiene predominio extranjero. Las empresas transnacionales, incluso las nacionales que adquieren su tecnología de países que están a la vanguardia, funcionan con intereses y esquemas de eficiencia y racionalidad que son planeados y dirigidos en sus lugares de origen. De esta forma se impone a México la adquisición en el extranjero de equipos, procesos, diseños, manuales de operación y, en el momento oportuno, hasta de supervisores. En estas circunstancias, la demanda de recursos humanos calificados, ideas, creatividad y tecnología nacionales resulta ser muy escasa. En tanto el sector productivo mexicano esté permeado por tecnología extranjera, poco necesita de la ciencia, tecnología e innovación (CTI) y de su integración estructurada con las instituciones de gobierno. Por consiguiente, las actividades de CTI quedan excluidas de este sector y, por lo general, se encuentran desarticuladas.

La escasa demanda real de producción de CTI en México da como resultado que no exista una infraestructura sólida para su producción. Esta carencia implica que —salvo en pocas excepciones— las instituciones de educación superior (IES) prácticamente no interactúen con el sector productivo transnacional y/o nacional. Por consiguiente, el papel de las IES se vuelve secundario y se las mantiene orientadas de modo natural a la formación profesional, preferentemente hacia los posgrados y a la investigación

dictada por el Journal Citations Reports (JCR). Esta investigación, por supuesto, no trasciende en la solución de los problemas nacionales fundamentales, no tiene repercusión social y está muy alejada de las necesidades del entorno que rodea a cada IES. Es típico que los esfuerzos de la investigación —la cual de aquí en adelante se denominará como investigación básica— estén orientados por la problemática actual de los países desarrollados (Ibarra-Colado, 2007: 22).

Aun cuando la realidad en México difiere en muchos aspectos de la que acontece en países desarrollados, se han creado institutos o unidades de investigación básica con financiamiento gubernamental y que contribuyen muy poco a la CTI mexicana. Se explica entonces que muchos académicos dedicados a la investigación básica resalten las bondades de esta actividad, sobre todo si está publicada en el JCR, y soslayan la necesidad de superar el gran atraso tecnológico del país. Más aún, se insiste en presentar la investigación básica como requisito previo para la tecnología e innovación; es decir, tanto con la actividad cotidiana como con el discurso se profundiza la fractura entre la investigación básica y la CTI.

La mayoría de las IES han adoptado un modelo de evaluación y orientación con el cual promueven y sostienen su existencia desvinculada de las necesidades nacionales (para más detalles, véase Ibarra-Colado, 2007: 22 y bibliografía ahí incluida). Este modelo de evaluación y orientación impuesto a las IES tiene implicaciones y repercusiones importantes. Por ejemplo, a los académicos se les juzga primordialmente por las opiniones de sus colegas y con base en el trabajo de investigación básica publicado internacionalmente, de preferencia en el JCR. Justo el *modus operandi* del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) (Vega y León, 2012: 204), con el cual se ha conseguido que el académico y su investigación tiendan por fuerza a seguir los lineamientos y modas de la comunidad científica de los países avanzados. La promoción para obtener grados académicos en

México y el extranjero, como son los doctorados, sólo refuerza y continúa con estas pautas y tendencias (Esteniou-Madrid, 2013: 12).

Con sistemas de recompensas como el SNI —que han sido cuestionados desde hace casi un cuarto de siglo (Boyer, 1990: 147), pero todavía son vigentes en México— se ha promovido la creación de un sistema paralelo de valoración del trabajo académico (docencia, investigación y difusión de la cultura; DID), mediante financiamientos externos (SNI), internos a las IES, creación de comisiones dictaminadoras (CD) y modos locales de operación, que han minado el papel de los cuerpos colegiados en la orientación y evaluación del quehacer individual cotidiano y de las propias IES. El análisis y dictamen de los resultados del trabajo académico cotidiano, por parte de un órgano colegiado, resulta muy secundario frente al juicio de una CD, el cual junto con el SNI repercutirá directamente en un porcentaje considerable del salario de los académicos. Cabe señalar que si un académico pertenece al SNI, además de los privilegios concedidos por ese sistema de recompensas, en automático es merecedor de las compensaciones otorgadas por las CD de las IES, por ende a los presupuestos de DID que otorgan internamente las IES y a los proyectos financiados por organismos externos a ellas; por ejemplo, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

Por todo lo anterior, el sistema de educación superior se encuentra alejado de la solución de problemas nacionales. Si existiera una orientación del trabajo académico en ingeniería sería la que imponen los trabajos de académicos publicados en el JCR, que son los que dictan y norman las actividades académicas de las IES; a pesar de ser contrarias, en su mayoría, a las legislaciones vigentes en las IES. Aún más, esta forma de evaluación del desempeño académico viola, entre otras, al artículo 2 fracciones I-V de la Ley de Ciencia y Tecnología (LCT 2013: 44). Aquí solamente se citan las fracciones I y III (las cursivas son de los autores):

I. Incrementar la *capacidad científica, tecnológica, de innovación* y la formación de investigadores y tecnólogos para resolver *problemas nacionales fundamentales*, que contribuyan al *desarrollo del país* y a elevar el bienestar de la población en todos sus aspectos[...]

III. Incorporar el *desarrollo tecnológico y la innovación a los procesos productivos y de servicios* para incrementar la productividad y la *competitividad que requiere el aparato productivo nacional*.

Pese a las necesidades estratégicas explicitadas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) de la Presidencia de la República (Peña-Nieto, 2013), el horizonte de la CTI en México enfrenta un fuerte retraso estructural respecto de otras naciones y de los retos que debe encarar. El proyecto de autosuficiencia científica sufre un debilitamiento que ha impactado sustancialmente sobre el desarrollo nacional. En los últimos 30 años se ha obtenido un bajo crecimiento económico del país, lo que ha traído como consecuencia, entre otras, un aumento en la pobreza extrema de México (Esteniou-Madrid, 2013: 26).

Sobre la situación de la CTI en México conviene mencionar un trabajo anterior (Aragón-González et al., 1992: 4), publicado hace un cuarto de siglo, en el cual se presentaron algunos criterios académicos para apoyar y orientar el trabajo académico alternativo. La conclusión fue que los criterios importantes para apoyar y orientar las CTI son que: "impulsen el trabajo interdisciplinario; creen o adapten tecnologías; incluyan trabajo de experimentación e incidan directamente en la generación de bienes y servicios". Por supuesto, tales criterios no les convienen a los académicos que se dedican a la investigación básica, los cuales soslayan casi totalmente las otras dos funciones sustantivas de las IES: *docencia y difusión y preservación de la cultura*.

En la sección 2 se presenta un panorama de la CTI en México. En la sección 3 se describe una metodología para orientar y evaluar el trabajo académico, la cual incluye lineamientos académicos explícitos



(Aragón-González *et al.*, 1992: 4), en concordancia con la generalidad del PND y la normatividad del CONACyT, las legislaciones de la IES, de los órganos colegiados, departamentos o facultades de ingeniería y los perfiles de los egresados de ingeniería. Asimismo, se presenta un procedimiento de evaluación de los criterios, extraídos de esta metodología. En la sección 4 se muestra un estudio de caso: la distribución del presupuesto anual de investigación, 2011-2013, del Departamento de Energía de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Finalmente se presenta una sección de conclusiones.

La Ciencia Tecnología e Innovación en México

Desde 1970, con la creación del CONACyT, en México se manifestó un esfuerzo más consistente y sistemático en la formulación de políticas científicas y tecnológicas. La normatividad para regular la existencia del CONACyT, en su parte sustantiva, argumentaba diferentes razones para su creación; una de ellas se refería al papel de la ciencia y la tecnología en el progreso del país. Se indicaba que sus resultados deberían convertirse en poderoso instrumento del desarrollo general e integrado del país, así como asegurar la independencia económica de la nación y su participación a nivel regional e internacional. Otra de las razones planteadas en la exposición de motivos, y tal vez el principal argumento, era la dispersión de los esfuerzos que entonces había. Particularmente se resaltaba la importancia de crear una infraestructura institucional de investigación, incrementar los recursos humanos en el área, ampliar los servicios de apoyo y, sobre todo, fortalecer e integrar los distintos recursos y actividades existentes para implementar una política científica y tecnológica. Puesto que, se afirmaba en la iniciativa, no había ningún organismo que se encargara realmente de formular y ejecutar una política científica y tecnológica. Sin embargo, la creación de este instituto resultó un fracaso rotundo en cuanto a CTI (Canales, 2011: 10).

Desde la década de 1980, cuando surgió el SNI, México ha cambiado drásticamente; dejó de ser una nación en crisis al finalizar el siglo XX, para convertirse en una nación extraviada en su proyecto de desarrollo global en la segunda década del presente siglo. En un lapso de 30 años observamos que el salario mínimo se ha degradado más de 65%; las principales ciudades han entrado en procesos de degeneración salvaje; el campo ha sufrido su mayor abandono —con lo que aumentó la migración hacia Estados Unidos—; el sistema educativo se ha colapsado, al grado de que México es hoy una sociedad de alumnos reprobados y de maestros que se oponen a su evaluación; la población se ha empobrecido en más de 50%; las jornadas de trabajo han aumentado significativamente; la destrucción de las áreas verdes ha aumentado a 800 mil hectáreas anuales; el desempleo ha avanzado notablemente, orillando a muchos a la economía informal; la deserción escolar ha incrementado un 22%; se ha blindado la partidocracia y los partidos políticos dejaron de representar en un alto porcentaje a los ciudadanos; la tasa de extinción de especies animales ha subido a 35%; la población pasó de 70 millones de habitantes a 114 millones; el modelo monopólico se ha reforzado desproporcionadamente, al grado de alcanzar —según Gary Becker, Premio Nobel de Economía 2006— el prototipo del capitalismo de compadres (Notimex, 2006: 1); la depresión ha cundido como epidemia psíquica en el país; la importación de patentes se ha incrementado 25%; la pobreza extrema se ha acentuado de forma alarmante, con más de 50% de la población en esa situación; la inseguridad ha aumentado en todas las metrópolis del país, dejando un saldo de guerra de 70 mil muertos hasta finales del gobierno del presidente Felipe Calderón (Esteniou-Madrid, 2013a: 26).

Ante esta coyuntura científica-tecnológica, el PND (2012-2018) indica:

que con el fin de enfrentar los desafíos del crecimiento nacional, hay que abordar los principales retos que deben enfrentarse [...] para impulsar el desarrollo del país y se formula un conjunto de estrategias específicas e indicadores concretos para cada rama de expansión del proyecto. De esta forma, el Gobierno [...] reconoció que es indispensable construir un México próspero que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica, mediante la generación de igualdad de oportunidades. Así, se busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita la sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos. [...] La productividad agregada aumentará si la eficiencia al interior de cada empresa se eleva. Esto ocurre cuando la innovación y el desarrollo tecnológico se traducen en una mayor capacidad de las empresas para producir más con menos, o si los trabajadores que en ellas laboran se encuentran mejor capacitados. [...] Por tanto, es fundamental que la nación dirija sus esfuerzos para transitar hacia una sociedad del conocimiento. Esto implica basar nuestro futuro en el aprovechamiento intensivo de nuestra capacidad intelectual. Una pieza clave para alcanzar una sociedad del conocimiento es la ciencia y la tecnología (Peña-Nieto, 2013)

Sin embargo, el PND no establece una Política Integral de Estado para que la CTI sea un motor central del desarrollo del país. Un antecedente de política integral de Estado fue la expropiación petrolera en 1938 y la formación y participación de profesionales capacitados explícitamente en las IES del país (sobre todo el Instituto Politécnico Nacional, IPN) con el fin de ordenar y poner en funcionamiento la industria petrolera. El proyecto de expropiación exigió a la educación superior nacional volcar sus mejores esfuerzos para consumir esta tarea (Calderón-Ortiz *et*

al., 2001: 10). En el presente, no existe en México un proyecto de IES semejante al anterior.

La investigación en CTI ha sido el pilar del desarrollo de muchos países pero México ha sido incapaz de insertarse a nivel mundial porque el modelo de CTI es deficiente. En el transcurso de 40 años las acciones del gobierno han fallado una y otra vez (Esteniou-Madrid, 2013a: 22). Por ejemplo, como un paliativo de las crisis económicas de los ochenta, se creó el SNI fundamentalmente para las élites científicas. El SNI ha jugado un papel relevante en la orientación desatinada del sistema de educación superior, ha impuesto una diferenciación de los desempeños de los académicos y, desde su origen, se ha dirigido al fomento de la investigación básica (Mansfield, 1998: 12; De Ibarrola, 2007: 53). Los efectos del programa han sido relativamente controvertidos y variados. No cabe duda que el CONACyT ha logrado incentivar el desarrollo de la actividad científica en términos cuantitativos, tanto a nivel individual como institucional; también ha otorgado una importante compensación al salario y ha favorecido la deshomologación del trabajo académico, pero también se han cuestionado los sesgos en sus formas de evaluación, su alta concentración y escasa movilidad, su papel en el aliento al trabajo colectivo, en el fomento de la actividad docente o en la renovación del personal de investigación (Barba, 1993: 28; De Ibarrola, 2007: 53).

Aparte de sus efectos deshomologadores y compensatorios del salario, el CONACyT es un instrumento de reconocimiento y prestigio que promueve principalmente al personal dedicado a la investigación básica. En las tres décadas de operación del sistema, la desconcentración regional e institucional ha avanzado notablemente, pero persiste una distancia significativa en la concentración de académicos, que ilustra las diferencias institucionales; la cifra es mayor en las categorías más altas (Canales, 2011: 10; para más detalles, véase Vega y León, 2012: 204) y una reciente acusación de opacidad en el SNI (Reforma, 2014).



El conjunto de políticas de evaluación dirigidas al personal académico se puede interpretar como una estrategia para compensar la disminución salarial, que dio inicio con el establecimiento del SNI y continuó con un conjunto de programas especiales que alientan la productividad individual, especialmente la investigación básica, así como la formación profesional reflejada en la obtención de posgrados (Rueda-Beltrán *et al.*, 2012: 14). Estos programas han existido desde hace más de dos décadas, con otras políticas de evaluación y compensación de ingresos (*becas*), que se otorgan a los académicos con base en el presupuesto de cada IES. Se trata de iniciativas dirigidas al personal académico de tiempo completo de las IES, que han provocado, entre otros resultados, una deshomologación de las remuneraciones (*ibid.*).

El hecho de premiar con mayor remuneración salarial los resultados de la evaluación ha afectado la naturaleza del trabajo académico. Se propicia que los académicos (docentes o investigadores) respondan principalmente a las actividades que se traducen en los mejores ingresos por sobre otros criterios, como pudieran ser los derivados del proyecto institucional (Ibarra-Colado, 2007: 22; Ibarra-Colado *et al.*, 2007: 6). Asimismo, para reforzar la idea de cómo se ha desvirtuado el sentido de la evaluación, se ha documentado el incremento de prácticas como el plagio, el autoplagio, copublicaciones simuladas, el uso indebido de trabajos de los estudiantes, la sobre explotación de los ayudantes, el neocredencialismo y la obtención compulsiva de constancias y diplomas de eventos (Ibarra-Colado, 2007: 22).

Se ha hecho evidente que los académicos dedicados a la docencia no sólo invierten más tiempo para cumplir con los requerimientos formales, dictados por los programas de compensación salarial, sino que con frecuencia se alejan del cumplimiento de los criterios de calidad de la misma. Un estudio llevado a cabo por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) resalta los inconvenientes en la implantación de los programas de compensación

salarial (Canales, 2011: 10). En dicho trabajo se resalta la valoración que estos programas tienen de las diferentes actividades académicas de la DID, la cual desalienta la realización de ciertas actividades que con anterioridad se hacían con interés y eficacia, por cumplir con las que proporcionan mayores puntajes. Si bien los profesores indican que su producción ha aumentado de manera cuantitativa, no están seguros de haber mejorado en los aspectos *cualitativos* de su desempeño o de sus productos, y reconocen que se han distanciado del interés genuino por la superación y formación profesional que antes tenían. Se critica también la falta de condiciones de trabajo para que los académicos de tiempo completo con posgrado realicen actividades de investigación básica, cuando siguen adscritos a unidades dedicadas esencialmente a la docencia (por ejemplo, en el IPN).

Lo anterior pone en duda los efectos de mejora académica, pues no se sabe si el alto porcentaje de académicos con posgrado ha repercutido positivamente en las tareas cotidianas de DID en su institución. También se advierte un problema adicional al analizar los procesos técnicos de evaluación del desempeño docente, pues debe reconocerse que han estado históricamente ligados a los directivos y que su puesta en marcha, en el mejor de los casos, ha sido delegada a académicos con conocimientos y habilidades en estadística.

Esta situación ha contribuido a que la evaluación sea vista como un sistema de control externo que se impone a las IES, sin el consentimiento de los afectados, por lo que genera resistencias de los académicos y propicia que se desarrollen estrategias para eludir la (Rueda-Beltrán *et al.*, 2012: 14). La forma más frecuente de llevar a cabo la evaluación es mediante el uso de los puntajes de opinión de los estudiantes (Theall *et al.*, 2000: 13). Se han acumulado evidencias sobre el mal uso de estos instrumentos estadísticos, como no cumplir con los elementos básicos de validez o su uso exclusivo en la toma de decisiones administrativas, lo cual también genera inconformidad entre el personal docente.

En conclusión, aun cuando la literatura ha cuestionado el estado que guarda la CTI, en estos trabajos no se han presentado, en general, propuestas ni marcos de referencia para orientar y evaluar en forma alternativa y colectiva la CTI. A manera de contribución y extensión de dichos estudios y trabajos, aquí se propone un marco teórico basado en una metodología para orientar y evaluar el trabajo del académico en Ingeniería.

Metodología para orientar y evaluar el trabajo académico

La Metodología consiste en concretar:

- a) Lo que dicen las leyes orgánicas de las IES.
- b) La Ley de Ciencia y Tecnología y la normatividad de CONACyT y el PND.
- c) Lo expresado en los objetivos de las carreras y misión de las facultades o los departamentos de Ingeniería.
- d) Dado un proyecto de docencia, investigación y difusión de la cultura (DID), cuál es el *óptimo costo-beneficio*.

Para aplicar la metodología para orientar y evaluar el trabajo académico en Ingeniería no se consideran los ingresos de los académicos provenientes de fuentes externas a las IES, como el SNI. A continuación se presenta una breve introducción para después obtener diez lineamientos académicos y cuatro criterios académicos derivados de la metodología. Finalmente, se propone un procedimiento de evaluación de estos cuatro criterios.

Las tres IES más importantes de México son IPN, UNAM y UAM (Universidad Autónoma Metropolitana). Estas tres instituciones reciben no menos del 90% de su presupuesto del gobierno federal mexicano (el otro 10% se obtiene mediante cuotas y servicios externos). Una de las variables fundamentales que determinan el monto de este presupuesto es la extensión de sus servicios docentes, que se expresa

a través de la cantidad de alumnos inscritos y la cantidad de alumnos graduados. Para distribuir el presupuesto que las IES dedican a sus tres funciones sustantivas DID, se emplean al menos dos procedimientos diferentes:

1. El otorgamiento de puntajes de CD a sus académicos, con los cuales obtienen una o más becas concedidas por las IES.
2. La determinación de la matrícula de los alumnos de nuevo ingreso.

Con la primera se asigna una valoración numérica a los productos del trabajo académico de DID durante los procesos de ingreso, promoción y trayectoria académica mediante la solicitud de becas. La producción anual de los académicos les permite acceder a un mayor salario y a los ingresos adicionales provenientes de las becas institucionales. De esta forma se lleva a cabo una distribución indirecta del presupuesto.

Los recursos que se distribuyen con el procedimiento 1 se obtienen, en su mayoría, con base en las decisiones tomadas con el procedimiento 2. Los excedentes que restan después de saldar sus gastos de operación se distribuyen, entre otros destinos, para el presupuesto de DID; aquí se lleva a cabo una distribución directa del presupuesto.

Entonces, el presupuesto de DID que puede ejercer cada académico se constituye con dos vertientes: a) lo obtenido con la valoración numérica de productos del trabajo mediante un tabulador o evaluación institucional (procedimiento 1); y b) los recursos obtenidos a través de proyectos aprobados (presupuesto de DID de los departamentos o facultades que conforman las IES). Conviene señalar que los tabuladores de los productos del trabajo académico valoran con mayor puntaje los correspondientes a la investigación. Por ejemplo, el tabulador de la UAM sobreestima las publicaciones de trabajos en el JCR, y han quedado impuestas como los productos del trabajo con mayor relevancia (TIPPA, 2015: 19).



Lineamientos

A continuación se presenta un conjunto de lineamientos para orientar y evaluar el trabajo académico de Ingeniería en las IES, propuesto originalmente en la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la UAM-Azapotzalco (Aragón-González et al., 1992: 4). De aquí en adelante se entiende por *proyecto* a cualquier tarea colectiva relacionada con una o varias de las actividades sustantivas de DID.

1. *Propositividad*. Objetivos y metas planteadas en el proyecto.
2. *Temporalidad*. Duración del proyecto de acuerdo a la programación de las IES.
3. *Proximidad con el sector productivo y social*. Su incidencia, por ejemplo, en algún problema de la planta productiva nacional o de alguna colectividad social.
4. *Difusión*. Comunicación de los avances científicos, tecnológicos y educativos.

Los primeros tres lineamientos se derivaron de artículos contenidos en las leyes orgánicas de las IES; por ejemplo, en el artículo 2 de la Ley Orgánica de la UNAM (Legislación, 1929: 18), se señala: “La [UNAM] tiene por fines impartir educación superior y organizar la investigación científica, principalmente la de las condiciones y problemas nacionales, para formar profesionistas y técnicos únicos útiles a la sociedad y llegar a expresar en sus modalidades más altas la cultura nacional, para ayudar a la integración del pueblo mexicano”; de lo expresado en la Ley de Ciencia y Tecnología, (2013: 44) y de la normatividad de CONACyT y del SNI. El cuarto lineamiento corresponde a una de las funciones sustantivas de las IES.

El quinto lineamiento se relaciona con la justificación y comprobación por el ejercicio de cierto presupuesto (cuestión que, por ejemplo, CONACyT no considera relevante (Mansfield, 1991: 12; De Ibarrola, 2007: 53). Mientras que los cinco restantes se

derivan de los objetivos de los planes y programas de estudio y la misión de las facultades o departamentos de Ingeniería (Aragón-González et al., 1992: 4):

5. *Financiamiento*. Implicaciones presupuestales por el costo, directo e indirecto, la valoración de la sustentabilidad y el empleo de apoyos externos.
6. *Formación de ingenieros*. Impacto ejercido en los objetivos de al menos uno de los planes de estudio de ingeniería.
7. *Interdiscipliniedad*. Conjugación de lenguajes y metodologías de diversas disciplinas para la enseñanza-aprendizaje de la Ingeniería.
8. *Generación de bienes y servicios*. Producción de un bien (dispositivo, sistema o prototipo), o prestación de algún servicio a una comunidad o a la sociedad.
9. *Adaptación de tecnologías*. Aplicación exitosa de alguna tecnología en procesos productivos o para el beneficio de alguna entidad de la sociedad mexicana.
10. *Desarrollo Experimental*. Realización de trabajo experimental con interpretación de los resultados e implicaciones en la docencia (desarrollo de prototipos de laboratorio o de investigación, autoequipamiento de laboratorios).

Criterios

Para aplicar la metodología sin complicaciones excesivas se consideró atinado condensar los diez lineamientos en cuatro *criterios* para la evaluación académica. También se identificaron los elementos de evaluación que se deben tomar en cuenta, para calificar con etiquetas numéricas los resultados de un *proyecto* en función del cumplimiento de los *criterios*:

1. *Costo-Beneficio*. Relación entre el costo de las actividades de investigación y el beneficio que los resultados aportarán, para cumplir el plan de desarrollo de las IES o de alguna facultad o departamento de

Ingeniería. Este criterio agrupa los lineamientos 1, 2 y 5. Se deben considerar los siguientes elementos de evaluación:

- a) Concordancia entre los objetivos y metas planteados en los proyectos y los objetivos y metas del programa de desarrollo propuesto por el departamento o facultad;
- b) cumplimiento temporal de los objetivos, con respecto a lo planeado;
- c) implicaciones presupuestales por el costo directo e indirecto de sus actividades, así como la aportación a la infraestructura del departamento o facultad realizada a través del presupuesto interno y de financiamientos externos.

2. *Impacto tecnológico, industrial y social.* Articulación e integración de los lineamientos 3, 8, 9, que dan por resultado un producto con aplicación explícita. Se deben considerar los siguientes elementos de evaluación:

- a) Relación con las necesidades del sector productivo mexicano;
- b) generación de bienes o la prestación de algún servicio;
- c) promoción del desarrollo o adaptación de tecnologías con aplicación exitosa en la planta productiva nacional.

3. *Impacto en los planes y programas de estudio.* La incidencia del trabajo experimental y multidisciplinario sobre la formación de ingenieros; lineamientos 6, 7 y 10. Se deben considerar los siguientes elementos de evaluación:

- a) Consecuencias favorables sobre los programas de estudio de ingeniería;
- b) procuración de actividades interdisciplinarias;
- c) ejecución de trabajo experimental y el desarrollo de prototipos o productos para el

autoequipamiento de los laboratorios de las facultades o departamentos.

4. *Difusión de resultados.* Lineamiento 4. Se deben considerar los siguientes elementos de evaluación:

- a) Avances científicos,
- b) avances tecnológicos,
- c) avances educativos o de divulgación.

La cercanía o distanciamiento que tengan los resultados de un proyecto, respecto a los *elementos de evaluación*, se expresará con las siguientes etiquetas numéricas: 3 - Plenamente satisfactorio; 2 - Medianamente satisfactorio; 1 - Insuficiente, y 0 - Nulo.

Procedimiento de evaluación

Una comisión académica —conformada con este propósito por las autoridades de las IES— empleará los cuatro *criterios* anteriores para evaluar los productos concluidos (o aceptados para su publicación) por los colectivos de académicos durante periodos anuales. La comisión académica recibirá el concentrado de los productos del trabajo académico, digamos de n colectivos. La comisión evaluará esta producción global, otorgará las etiquetas numéricas a los *elementos de evaluación* y obtendrá la suma de puntaje para cada uno de los *criterios*.

a) Para los *criterios* 1, 2 y 3, 4 se ordenarán los n colectivos en función de cuán apropiadamente satisfacen cada uno de estos *criterios*. El colectivo que ocupe la primera posición en cada criterio recibirá n puntos, el segundo colectivo recibirá $n-1$ puntos y así sucesivamente hasta llegar al n -ésimo puesto, que recibirá sólo un punto.

b) El mayor puntaje que puede recibir un colectivo es $4n$ (si ocupara el primer puesto en los cuatro criterios), y el mínimo sería 4 puntos, si queda último en todas las evaluaciones.

c) Cada colectivo académico tendrá asociado un puntaje total n_i , definido como se explicó en los dos



incisos anteriores. Los puntajes se añadirán para formar la suma:

$$\Sigma PT = n_1 + n_2 + \dots + n_n$$

Con este algoritmo la suma ΣPT estará comprendida entre n y $4n$ puntos, en función del desempeño conjunto de n colectivos académicos. Luego se hará la siguiente operación para repartir el 100 % del presupuesto entre los n colectivos con la operación:

$$Apoyo_i = \frac{n_i * presupuesto}{\Sigma PT}$$

Conviene insistir en que esta evaluación considera únicamente los productos del trabajo generados por colectivos de académicos, instituidos formalmente, con el propósito de disminuir la fragmentación de los recursos.

Aplicación de la metodología

Para la distribución del presupuesto de investigación 2011–2013 del Departamento de Energía, de la UAM Azcapotzalco, sólo se aplicaron los criterios I a III de la sección anterior. La aplicación parcial fue un acuerdo para conciliar con la inercia de varios años, durante los cuales se hizo esta distribución mediante el acumulado de los puntajes arrojados por el Tabulador para Ingreso y Promoción del Personal Académico (TIPPA) de la institución (TIPPA, 2015: 19). A la evaluación cuantitativa con el TIPPA se le consideró en el criterio IV. En este Departamento existen siete colectivos de investigación que denotamos por C1-C7 y, con base en las siguientes tablas, se presentan los resultados de la evaluación cualitativa, efectuada por una comisión cuyos integrantes gozan de prestigio en el Departamento.

Tabla 1. Etiquetas numéricas para calificar el desempeño de los grupos de investigación, 2011.

Colectivo	I. Costo beneficioso				II. Impacto tecnológico e ind.				III. Impacto en planes y prog.				Total
	a)	b)	c)		a)	b)	c)		a)	b)	c)		
C1	3	1	1	5	0	0	0	0	2	1	0	3	8
C2	2	1	1	4	1	0	1	2	2	1	0	3	9
C3	3	3	3	9	1	0	0	1	1	1	0	2	12
C4	3	2	1	6	1	1	1	3	2	1	1	4	13
C5	1	1	1	3	0	1	1	2	2	1	2	5	10
C6	2	2	1	5	2	0	1	3	3	1	2	6	14
C7	3	2	3	8	2	3	1	6	3	2	2	7	21
	Promedio I			6	Promedio II			2.43	Promedio III			4.29	

Tabla 2. Etiquetas numéricas para calificar el desempeño de los grupos de investigación, 2013

Colectivo	I. Costo beneficio				II. Impacto tecnológico e ind.				III. Impacto en planes y prog.				Total
	a)	b)	c)		a)	b)	c)		a)	b)	c)		
C1	2	2	3	7	3	1	0	4	2	2	0	4	15
C2	3	3	2	8	2	1	0	3	2	2	0	4	15
C3	3	3	2	8	2	2	0	4	1	3	1	5	17
C4	3	0	1	4	2	2	1	5	2	2	1	5	14
C5	1	1	0	2	0	0	0	0	1	1	3	5	7
C6	3	3	3	9	2	1	0	3	3	3	2	8	20
C7	3	2	3	8	3	3	1	7	3	3	0	6	21
	Promedio I			6.71	Promedio II			2.43	Promedio III			4.29	

Fig. 1 Suma de etiquetas numéricas para los criterios I, II y III y Total, año 2011

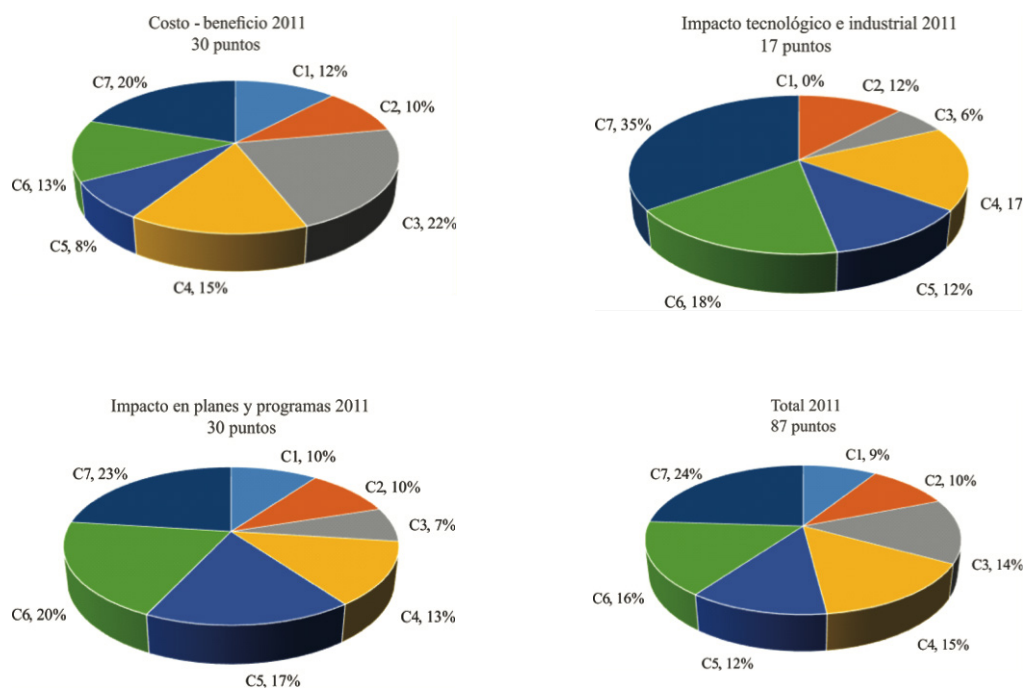
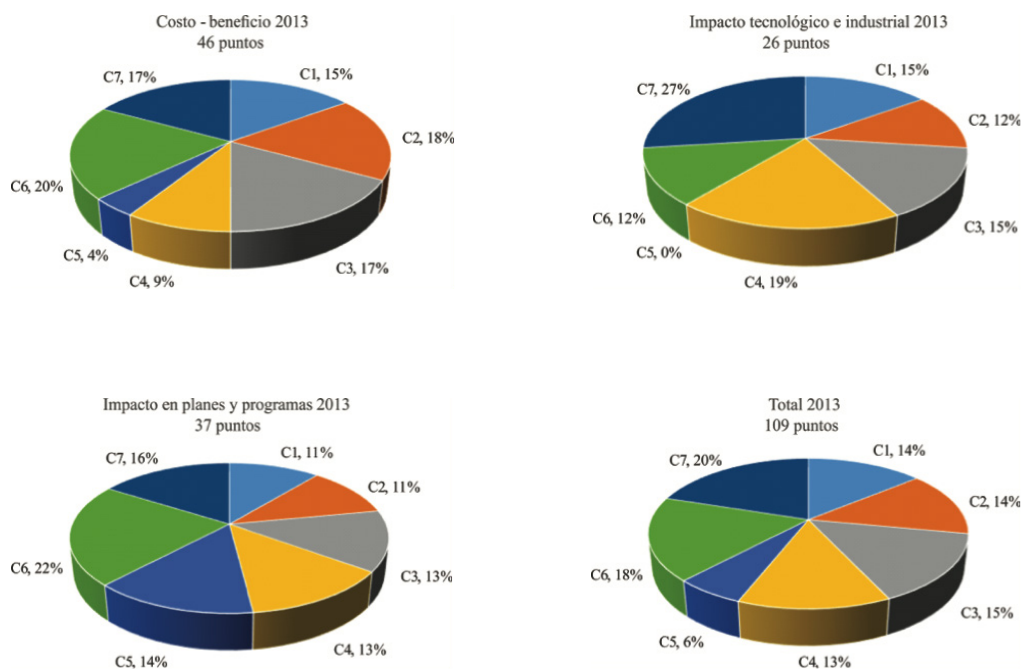




Tabla 3. Jerarquización y puntaje final para los colectivos de investigación; 2011 vs. 2013

Colectivo	I. Costo beneficio	II. Impacto tecnológico e ind.	III. Impacto en planes y prog.	Total
C1	5-3	4-5	3-2	9-10
C2	2-4	5-2	2-1	8-7
C3	7-5	6-4	6-5	10-14
C4	4-2	2-6	1-4	14-12
C5	1-1	1-1	4-3	9-5
C6	3-6	3-3	5-7	14-16
C7	6-7	7-7	7-6	20-20
Total:				84-110

Fig. 1 Suma de etiquetas numéricas para los criterios I, II y III y Total, año 2011



De las tablas anteriores se pueden extraer algunas conclusiones. Por brevedad, sólo consideramos tres colectivos. Los integrantes del colectivo C7, que es el mejor evaluado, en su mayoría no poseen la máxima habilitación académica ni pertenecen al SNI. No obstante, en el primer año este colectivo mostró un modelo de funcionamiento muy productivo, con líneas de investigación bien definidas, múltiples relaciones de trabajo con el sector productivo, instituciones del sector gubernamental, comunidades productoras y programas de gestión en la UAM.

El colectivo desarrolla actividades que apuntan al desarrollo de tecnología para el tratamiento de desechos plásticos. Mostró intensa actividad en apoyo a los planes de estudio, con la inclusión de alumnos de cuatro licenciaturas de Ingeniería y colaboración con otras divisiones académicas. Reportó avances en el desarrollo de prototipos para el autoequipamiento de laboratorios de investigación. En el tercer año de actividad, el colectivo afianzó las bondades de su producción académica, con líneas de investigación bien definidas, múltiples relaciones de trabajo con el sector productivo, instituciones del sector gubernamental, comunidades productoras y programas de gestión en la UAM.

Los integrantes del colectivo C1, que ha mantenido un desempeño casi constante en las dos evaluaciones, en su mayoría poseen la máxima habilitación académica y pertenecen todos al SNI. En el primer y tercer año los productos de trabajo no están "asociados al sector productivo", y sus actividades están vinculadas débilmente con la "generación de bienes y servicios". La producción de tesis es abundante en el periodo evaluado. No se reportó el desarrollo de prototipos ni de productos para el autoequipamiento, ni se destaca la ejecución de actividades experimentales. Han tenido una fuerte participación en la creación de un posgrado y por ello desarrollaron varios programas de estudio. Tienen una clara tendencia a publicar artículos en el JCR.

Los académicos que conforman el colectivo C5, el peor evaluado de todos, en su mayoría poseen baja habilitación académica y no pertenecen al SNI. En el colectivo se trabaja en proyectos que apuntan al desarrollo de tecnología, pero no se reportan resultados concretos para el periodo evaluado ni se han establecido convenios de colaboración o de prestación de servicios técnicos. Se concluyeron tres tesis con alumnos de ingeniería, todas vinculadas con uno de los proyectos de investigación. Se reportó la construcción de un prototipo para uso didáctico y se mencionan avances en el diseño y construcción de dos más. Pero en el periodo de evaluación no han presentado avances reales.

Conclusiones

En este trabajo se aplicó una metodología para obtener cuatro criterios académicos para orientar y evaluar el trabajo académico en ingeniería alternativo al vigente en las IES de México. Estos criterios fueron resultado de materializar la generalidad del Plan Nacional de Desarrollo y la normatividad del Consejo Nacional de Ciencia Tecnología, las legislaciones de las instituciones, de los órganos colegiados, departamentos o facultades de Ingeniería, y los perfiles de los egresados de Ingeniería.

Con base en la evaluación de los cuatro criterios se concilian, entre otras, las metas institucionales con las de los colectivos de DID y proporciona una verdadera rendición de cuentas de los presupuestos que otorga el gobierno a las IES. Dicha evaluación es más cualitativa que la tradicional "acumulación de puntaje" y equilibra la intromisión del SNI en las IES como actualmente ocurre.

Es relevante notar en el estudio de caso presentado, que en un lapso de tres años en algunos colectivos se incentivaron los trabajos que tuvieran impacto tecnológico y en los planes y programas de estudio y no necesariamente trabajos en el JCR. Convendría que el SNI y el CONACyT tomaran en cuenta la contribución aquí presentada para equilibrar el trabajo académico en Ingeniería *versus* el JCR.



Los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología resultan ser relevantes en la concreción de una política para la CTI en el trabajo académico de Ingeniería del país y puede ser aplicada a otras áreas del conocimiento. Los cuatro criterios descritos proporcionan una dirección-orientación y proponen un marco para evaluar en una forma cualitativa con incidencia en la solución de problemas nacionales y sociales; lo cual constituye el mandato

y cumplimiento de las legislaciones de las universidades de nuestro país, la Ley de ciencia y tecnología, el SNI y la tarea del CONACyT.

Finalmente, la aplicación de los cuatro criterios a las otras dos funciones sustantivas de las IES (docencia y difusión y preservación de la cultura) puede ser aplicado para conseguir una orientación y evaluación del trabajo académico en Ingeniería completa. ■

Referencias

- Aragón-González, Gerardo, Aurelio Canales-Palma, Luis-Antonio Casas-Villalobos, Alejandro León-Galicia y Juan-Ramón Morales-Gómez (1995), “La vinculación de la universidad pública y la industria. Un programa autosustentable”, en *Revista Ciencia y Desarrollo*, núm. 21, CONACyT, pp. 70-78.
- Aragón-González, Gerardo, Aurelio Canales-Palma, Araceli Lara-Valdivia, Alejandro León-Galicia, Raymundo Lopez-Callejas, Juan-Ramón Morales-Gómez y Mabel Vaca-Mier (1992), “Aplicación de criterios académicos para apoyar la investigación: el caso del Laboratorio de Calidad de Agua”, en *Revista Reencuentro con...*, núm. 5, pp. 30-32.
- Barba-Álvarez, Antonio (1993), “Ciencia y tecnología en México. Redes interorganizacionales y modernización”, en Eduardo Ibarra-Colado (coord.), *La universidad ante el espejo de la excelencia*, México, UAM-Iztapalapa, pp. 183-210.
- Boyer, Ernest (1990), *Scholarship reconsidered, priorities of the professoriate*, EUA, The Carnegie Foundations for the Advancement of Teaching.
- Calderón-Ortiz, Gilberto y Aurelio Canales-Palma (2001), “El quehacer universitario y el compromiso social”, en *Reencuentro-Serie Cuadernos*, núm. 30, UAM-Xochimilco, pp. 37-40.
- Canales, Alejandro (2011), “El dilema de la investigación universitaria”, en *Perfiles Educativos*, vol. XXXIII, núm. especial, pp. 34-43.
- DeIbarrola, María (2007), “Evaluación y remuneración del trabajo académico. El Sistema Nacional de Investigadores a 20 años de su creación”, en Daniel Cazés Menache, Axel Didriksson, José Gandarilla, Eduardo Ibarra-Colado y Luis Porter (coords.), “Disputas por la universidad: cuestiones críticas para confrontar su futuro”, México, UNAM-Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, pp. 225-277.
- Esteniou-Madrid, Javier (2013a), “Refundar el Sistema Nacional de Investigadores (Primera de dos partes)”, en *Este País*, España, 1 de agosto, <<http://estepais.com/site/?p=46871>>
- Esteniou-Madrid, Javier (2013b), “Refundar el Sistema Nacional de Investigadores: propuestas”, en *Este País*, España, 1 de septiembre, <<http://estepais.com/site/?p=47579>>
- Ibarra-Colado, Eduardo (2007), “Evaluación + excelencia = prácticas académicas indebidas: entre el oportunismo académico y la esquizofrenia institucional”, en *Trabajos del V Encuentro Nacional y II Latinoamericano La universidad como objeto de investigación*, pp. 1-22.

- Ibarra-Colado, Eduardo y Luis Porter (2007), “El debate sobre la evaluación: del homo academicus al homo economicus”, en *Reencuentro*, núm. 48, pp. 34-39.
- Legislación (1929): <<http://abogadogeneral.unam.mx/PDFS/COMPENDIO/34.pdf>>
- Ley de Ciencia y Tecnología de México (2013): <http://www.sicyt.gob.mx/sicyt/docs/acerca_sicyt/ley.pdf>
- Mansfield, Edwin (1998), “Academic research and industrial innovation: An update of empirical findings”, en *Research Policy*, núm. 26, pp. 773-776.
- Notímex* (2006), México, 15 de agosto, <<http://www.jornada.unam.mx/2006/08/15/index.php?section=economia&article=024n2eco>>
- Peña-Nieto, Enrique (2012), “Plan Nacional de Desarrollo 2012-2013”, en *Diario Oficial de la Federación*, núm. 13 (Segunda sección), Tomo DCCXVI, México, Secretaría de Gobernación.
- Reforma* (2014), “Acusan opacidad en el SNI Fomenta burocracia...”, México, 24 de enero, <<http://www.reforma.com/edicionimpresa/paginas/20140124/pdfs/rCUL20140124-022.pdf>>
- Rueda-Beltrán, Mario y Marisol Diego-Correa (2012), “Las políticas de evaluación de los académicos universitarios”, en *Perfiles Educativos*, vol. XXXIV, núm. especial, pp. 93-106.
- Thealland, Michael y Jennifer Franklin (2000), “Creating responsive student ratings systems to improve evaluation practice”, en *New Directions for Teaching and Learning*, núm. 83, pp. 95-107.
- Tabulador para Ingreso y Promoción del Personal Académico (TIPPA) (2015), <<http://www.uam.mx/legislacion/tippa/index.html>>

Cómo citar este artículo:

Aragón-González, Gerardo, Mario-Ulises Larque-Saavedra, Alejandro León-Galicia e Ivan Vázquez-Álvarez (2018), “Criterios para orientar y evaluar el trabajo académico en ingeniería”, en *Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES)*, México, UNAM-IISUE/Universia, vol. IX, núm. 24, pp. 42-57, 10.22201/IISUE.20072872E.2018.24.3360 [consulta: fecha de última consulta].