

**LUIS A. ALVAREZ ICAZA LONGORIA**  
**EJES PARA UN PLAN DE TRABAJO 2016-2019**  
**INSTITUTO DE INGENIERÍA**

***I. Quiénes somos y qué hemos conseguido***

El Instituto de Ingeniería (IdeI) es la entidad universitaria que concentra la mayor actividad de investigación en ingeniería en la UNAM. Fue fundado hace casi sesenta años como la División de Investigación de la Facultad de Ingeniería para realizar investigación de frontera dirigida a la solución de problemas nacionales en ingeniería civil. En 1976, el IdeI se separó de la Facultad de Ingeniería para integrarse como Instituto en el Subsistema de la Investigación Científica.

Fiel al propósito de la Ingeniería, la vocación de investigación del Instituto de Ingeniería ha estado fuertemente vinculada con sectores externos a la Universidad. Ha sido, desde su creación, la entidad universitaria con mayor vinculación, medida esta a través del número y monto de los convenios, con importantes dependencias del sector público y también, más recientemente, del sector privado. Las grandes obras de infraestructura realizadas en nuestro país en estos sesenta años siempre han tenido la colaboración efectiva, en mayor o menor medida, de los investigadores del Instituto.

El IdeI participa con regularidad en la formación de recursos humanos de alto nivel a través de la docencia y dirección de tesis, principalmente en la Facultad de Ingeniería y en el Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. Fue la primera entidad en establecer un programa de becas para estudiantes asociados a los proyectos de investigación, con recursos que provinieron inicialmente de sus propios ingresos y que hoy son complementados con recursos provistos por el CONACYT y la UNAM, principalmente.

Sus actividades primordiales se desarrollan en un marco de respeto al trabajo académico, pues se ha fomentado la meritocracia académica como principio para el desarrollo de la carrera de investigación. Por ello, ha existido continuidad de los proyectos académicos a lo largo de todas las gestiones de todos nuestros directores.

El IdeI ha sido pionero en la Universidad en la aplicación regular de mecanismos para la evaluación del personal académico y en el desarrollo de sistemas informáticos para la administración académica.

El IdeI ha sido todo este tiempo un excelente lugar de trabajo, no solamente para sus trabajadores académicos y estudiantes asociados, sino también para los trabajadores administrativos asociados a labores de gestión o de apoyo indirecto a los proyectos de investigación

***II. Qué nos falta o nos ha fallado***

La investigación en ingeniería en la UNAM está en una fase crítica. Su participación en el subsistema de la investigación científica ha decrecido. Mientras en 1980 contábamos con 90 investigadores que representaban sólo el 6.9% del total total de investigadores del subsistema, hoy contamos con 96 que representan solamente el 6.1% de total, es decir, mientras el total de investigadores del subsistema ha crecido en 20%, nosotros hemos reducido nuestra participación en 13%. La proporción de investigadores en ingeniería en el área de la investigación científica es mucho más baja que la que ocurre en universidades de primer nivel en el plano internacional. Por otro lado, la demanda de investigación en ingeniería ha seguido creciendo. Por ello, frente a este decrecimiento relativo, hemos seguido caminos alternos. Ha aumentado significativamente la participación de estudiantes en los

proyectos y hemos recurrido a la contratación temporal de profesionales. El número promedio de estudiantes por investigador pasó de 3 en 1980 a 9 en 2014. El número de profesionales asociados a los proyectos de investigación es ahora superior al total del personal académico. También se han incorporado investigadores posdoctorales, 1 por cada 3 investigadores el año pasado.

Si bien el IdeI ha mantenido una posición de liderazgo en su participación en los grandes proyectos de infraestructura nacionales, que implican a distintos campos disciplinarios de la ingeniería civil, no ha tenido el mismo éxito en la vinculación de otros campos de conocimiento como ingeniería mecánica, eléctrica y de computación.

El IdeI no ha planificado con cuidado sus líneas de investigación a largo plazo, por ello no ha podido ser pro-activo en el desarrollo de iniciativas estratégicas para fomentarlas.

En algunas líneas de investigación, no se ha tomado suficientemente en cuenta lo que ocurre a nivel internacional y en otras existen problemas de endogamia, que dificultan el desarrollo de carreras académicas independientes y el surgimiento de nuevas líneas de investigación.

La planta académica de investigación, como sucede en toda la UNAM, ha envejecido. A través de los programas ad-hoc y apoyos especiales de la administración central y del CONACYT, se ha conseguido renovar parcialmente, a muy buen ritmo. Así, el número promedio de investigadores contratados anualmente ha sido de casi 3 en los últimos 7 años y de casi 4 si se incluyen las cátedras patrimoniales de CONACYT. Esta renovación no ha sido, sin embargo, uniforme y existen algunas áreas donde es urgente renovar la plantilla de investigación.

En el caso de los técnicos académicos, cuyo número es equiparable al de los investigadores. Su renovación ha ocurrido con menos intensidad, pues se han contratado a un ritmo de 1.5 técnicos por año, los últimos 7. Tenemos el mismo problema que otras entidades del subsistema: su perfil es muy variado y no se cuenta con un buen mecanismo de evaluación. Ha sido difícil definir con precisión los elementos y criterios que deben usarse en su evaluación, por lo que esta ha sido más laxa que la de los investigadores: en promedio su calificación es mayor en un 20% que la de los investigadores, sin causas aparentes para ello. Recientemente, el Consejo Interno echó a andar un nuevo mecanismo para subsanar este problema, pero es aún temprano para conocer sus resultados.

La comunicación al interior del IdeI es insuficiente en términos del conocimiento que los investigadores tienen del trabajo de sus colegas. Esta situación no facilita emprender proyectos multidisciplinarios o de gran calado.

La administración del Instituto tiene ahora áreas débiles, principalmente en el seguimiento puntual de los proyectos de investigación. Por otro lado, la complejidad de la administración central ha aumentado. Lo mismo sucede con la de los fondos provenientes del CONACYT.

### ***III. Qué hemos hecho recientemente***

Durante la gestión del Dr. Adalberto Noyola Robles se identificaron seis retos para el IdeI:

1. Captar y retener investigadores jóvenes que coadyuven a preservar el conocimiento.
2. Identificar nuevas formas de trabajo académico.
3. Identificar nuevos temas de investigación y áreas de oportunidad.
4. Contribuir a la generación de conocimiento mediante publicaciones, patentes y transferencia

tecnológica.

5. Colaborar con el posgrado para conseguir niveles de excelencia.
6. Usar los excedentes de los ingresos extraordinarios con base en una planeación académica incluyente.

Aunque la mayor parte de estos retos está vigente, conviene hacer una revisión.

Hemos tenido buen éxito en la renovación de la planta académica, aunque sigue existiendo un sesgo en su composición por género. Sin embargo, no hemos sido suficientemente críticos en los aspectos de preservación de conocimiento. Por un lado, los investigadores establecidos forman, mediante los programas de doctorado, especialistas que hacen precisamente eso, preservar y extender el conocimiento. Por el otro, no hemos considerado que las nuevas contrataciones son oportunidades únicas para abrir, en el marco de un ejercicio de planeación, nuevas líneas de investigación en áreas de oportunidad o estratégicas.

Se incorporó recientemente en el Reglamento Interno la figura del Grupo Interdisciplinario de Investigación como una nueva forma de trabajo académico que promueve la colaboración interna. La idea es interesante y aunque ya tenemos algunos ejemplos exitosos, quedan aún algunos aspectos a refinar que podrán detectarse cuando el Consejo Interno tenga que tomar decisiones sobre las propuestas de apertura de nuevos grupos o sobre el desempeño de los actuales. Hay por otro lado, una corriente de opinión en el IdeI que sostiene que la creación o desaparición de estos grupos de investigación se ha dado naturalmente en los proyectos grandes, que desde hace muchos años han implicado la participación de investigadores de distintas áreas del Instituto.

En términos de las contribuciones a la generación de conocimiento, medida esta por el número de publicaciones y solicitudes de patente. Los últimos años indican una tendencia positiva en ambos indicadores, con indicadores superiores al promedio del subsistema. Sin embargo, la producción de artículos en revistas indizadas sigue concentrada aún en pocos investigadores. En el caso de las patentes otorgadas y solicitadas, su número aumentó muy significativamente, sin embargo, es necesario redoblar los esfuerzos para conseguir su transferencia efectiva al sector productivo.

Nuestra labor en el posgrado en ingeniería ha mejorado. Somos una entidad participante clave en los campos de ingeniería civil y ambiental. Participamos también de manera efectiva en ingeniería eléctrica y con menos importancia en ingeniería en sistemas, mecánica y en energía. No tenemos participación relevante en ingeniería petrolera y en ingeniería química. Esta distribución obedece claramente a las fortalezas de nuestros grupos de investigación. El año pasado se graduaron 3 estudiantes de maestría por cada 4 investigadores y 1 de doctorado por cada 4 investigadores. Estos números son coherentes con nuestra población estudiantil de posgrado, pero pudieran ser mayores si se incrementara el número de estos o se aumentara el número de investigadores que participan como tutores de posgrado. Sin embargo, nuestra eficiencia terminal medida en términos de los indicadores del Programa Nacional de Posgrados de Calidad de CONACYT no es aún satisfactoria: 2 años 10 meses para maestría y 5 años 7 meses para el doctorado. Por ello, a pesar de que la planta académica cumple con estándares de calidad para competir en casi todos los campos de conocimiento a nivel internacional, la mayor parte de nuestros programas de posgrado en CONACYT está calificado como consolidado y unos pocos como programas en desarrollo. Solamente 2 de 8 programas cuentan con el máximo nivel en doctorado y 2 de 9 en maestría, pero solo un programa cuenta con ese reconocimiento en ambos niveles de estudio. Se requiere mejorar el seguimiento de los estudiantes y evaluar regularmente el desempeño de los tutores para conseguir que el posgrado en ingeniería de la UNAM tenga el nivel de reconocimiento que corresponde con la calidad de la investigación que se realiza.

Aunque hemos usado los excedentes de los ingresos extraordinarios para mejorar nuestra infraestructura académica, su uso no ha partido de un ejercicio de planeación integral y ha obedecido principalmente a solicitudes específicas de grupos y coordinaciones. Esto ha impedido pensar en grandes inversiones, del tipo que es necesario para iniciar nuevas líneas de investigación o para construir laboratorios de gran alcance.

#### ***IV. Ejes para un plan de desarrollo – Qué debemos hacer en un futuro cercano***

##### *Definición de líneas de investigación a largo plazo.*

Esta definición debe partir de un ejercicio que implique académicos del IdeI de más alto nivel posible junto con expertos nacionales e internacionales. Las condiciones que se busca encontrar para definir las son:

- Capacidad humana: ¿contamos con el PA adecuado o este puede ser complementado apropiadamente?
- Oportunidad: ¿se trata de líneas de investigación en desarrollo o que por razones estratégicas convenga cultivar?
- Competencia local e internacional: ¿se cultivan estas líneas en la UNAM, en el país o internacionalmente? Si es así, ¿cuál es nuestra capacidad para realizar contribuciones significativas?
- Demanda de recursos humanos: ¿tienen acomodo en los sectores académico, productivo o público los estudiantes que participen en proyectos relacionados con estas líneas de investigación?
- Costo: ¿contamos con infraestructura necesaria o con los recursos para desarrollarla?
- Vinculación: ¿son los resultados de la investigación útiles para la ingeniería del país? ¿es posible transferirlos a usuarios externos?

Es importante mencionar que muchas de las líneas de investigación que cultivamos ya cumplen con estas condiciones y esto debiese resultar evidente en el ejercicio de revisión.

##### *Carrera académica*

El perfil de los investigadores del Instituto es variado. En un extremo están aquellos académicos dedicados primordialmente a difundir los resultados de sus investigaciones en artículos científicos en revistas indizadas, en el otro los que concentran su actividad en proyectos de investigación con patrocinio externo que plasman los resultados de su trabajo en informes técnicos a los patrocinadores. El perfil actual deseable para un investigador en ingeniería considera ambos elementos, pues el investigador ideal publica sus resultados en foros de amplia difusión y participa en proyectos con impacto en los sectores productivos.

Los mecanismos de evaluación de la UNAM y el Sistema Nacional de Investigadores están dirigidos al perfil de corte académico, mientras que los de Instituto intentan equilibrar ambos. Parece conveniente fomentar, del lado del Consejo Técnico de la Investigación Científica y del SNI, una apropiada valoración del trabajo de vinculación, y por el lado del Consejo Interno, la adopción de medidas que efectivamente impulsen a los académicos a conseguir un perfil más equilibrado. Se trata de lograr que los extremos del perfil sean más la excepción que la regla.

Es también crítico promover la colaboración multidisciplinaria entre académicos que demanda la realización de grandes proyectos de investigación. Un obstáculo a vencer son los mecanismos de evaluación del trabajo académico que están centrados primordialmente en el desempeño individual. Ninguno de ellos pondera con suficiente importancia el trabajo en equipo. Este componente debe

también estar presente en los mecanismos de evaluación mencionados arriba. De no existir un estímulo positivo a la participación en proyectos grupales, difícilmente se podrá fomentarlos. También debe procurarse la comunicación académica dentro del Instituto para promover esta colaboración.

### *Modelos de vinculación:*

Si bien el IdeI ha sido exitoso en su vinculación con el sector público, su vinculación con el sector privado es aún incipiente. Esto es particularmente cierto en los campos de la ingeniería no relacionados con la ingeniería civil. Tenemos el reto de desarrollar modelos de vinculación para estos campos que sigan la denominada estrategia de la triple hélice, es decir, que conjunten a los sectores académico, productivo y gubernamental en el desarrollo de líneas y proyectos de investigación. La promoción de esta vinculación debe hacerse caso por caso con el fin de encontrar los socios adecuados para este tipo de estrategia.

Algunos de los proyectos de vinculación que realizamos son de asesoría y consultoría. Es importante que estos sean la minoría de los casos y que aquellos que aceptemos incluyan la realización de investigación original. Dada la posibilidad de recibir remuneraciones adicionales provenientes de los ingresos extraordinarios, es conveniente mantener una acuciosa vigilancia en los proyectos que realizamos para evitar que exista en su aceptación y realización un sesgo inducido por el deseo de recibir estas remuneraciones.

Recientemente han ocurrido cambios estructurales en PEMEX y CFE, dos patrocinadores tradicionales de proyectos de investigación. Existe incertidumbre sobre lo que puede pasar a mediano plazo en relación con la colaboración con estas instituciones. Por lo pronto, se ha notado una disminución en el número de proyectos con PEMEX.

La reorganización del sector de energía también ha dado lugar a la conformación de los Centros Mexicanos de Innovación en Energía. De ellos, recientemente fue aprobado el CEMIE-Océano cuya institución líder es el Instituto. Participamos también en el CEMIE-Solar y en la propuesta para un CEMIE-Redes Eléctricas. Estas iniciativas son importantes por el monto del apoyo que reciben y son aún recientes para evaluar su funcionamiento. Algo similar ha ocurrido con los fondos del fondo sectorial SENER-CONACYT donde la participación del Instituto ha sido muy destacada.

El Instituto participa en la Torre de Ingeniería, que se propuso como un espacio para fomentar la vinculación hacia el exterior y fomentar la colaboración entre la entidades que participan en el consorcio. Recientemente, se ha notado una disminución en su ocupación que indica una disminución en el flujo de proyectos. Será necesaria una revisión de los criterios de promoción de proyectos que hagan más atractiva la realización de proyectos interdependencias en este espacio de colaboración. La Torre de Ingeniería es un espacio ideal para los proyectos multidisciplinarios.

### *Formación de recursos humanos*

Aunque el Instituto de Ingeniería evalúa formalmente el cumplimiento de las obligaciones docentes de sus investigadores, aún es necesario que la falta de cumplimiento se refleje aún más en las evaluaciones académicas del PRIDE. No tenemos problema de falta de oportunidades para que nuestros académicos ejerzan cátedra a nivel licenciatura o posgrado que justifique que la actividad docente pueda ser sustituida por otra equivalente. En este contexto, la colaboración con la Facultad de Ingeniería y los programas de posgrado en los que participamos es clave para coordinar los esfuerzos y conseguir que los estudiantes de ambos niveles tengan la oportunidad de ser motivados por la cátedras impartidas por

algunos de los investigadores líderes en sus campos de conocimiento.

Algo similar ocurre con el desempeño de nuestros tutores en los programas de posgrado. Actualmente valoramos positivamente la graduación de estudiantes y la medimos a través del número y nivel de los estudiantes graduados, sin embargo, no hacemos ningún énfasis en eficiencia terminal. Dado que el funcionamiento de los programas de posgrado es cada vez más dependiente de las becas que reciben sus estudiantes del PNP del CONACYT, es indispensable que la actividad de tutoría de nuestros académicos apunte al mejor funcionamiento de los programas de posgrado. Por ello, además de reconocer el número y nivel de los estudiantes graduados, es conveniente añadir aspectos de calidad y eficiencia terminal en los mecanismos de evaluación.

Es muy conveniente que el Instituto sea un participante activo en las iniciativas que vinculan la educación de los estudiantes, principalmente del posgrado, con las asociaciones profesionales y los sectores productivos. Las iniciativas referentes a Túneles y Obras Subterráneas o la Gestión Integral del Agua son muestras del efecto sinérgico positivo que pueden producir estas iniciativas de formación.

### *Desarrollo institucional*

Si se parte de la conveniencia de aumentar la participación de la investigación en ingeniería en la UNAM y se toma en cuenta la política de la administración central con respecto al crecimiento del campus de Ciudad Universitaria, resulta claro que la mejor alternativa de crecimiento para el Instituto son las sedes foráneas. Actualmente el Instituto tiene dos sedes foráneas bien establecidas: Juriquilla y Sisal, donde los investigadores representan el 8% del total (13% si se incluyen las cátedras patrimoniales). También se ha tenido un pequeño grupo de académicos comisionado en Morelia que contará con instalaciones provisionales en breve. El Reglamento Interno se modificó recientemente para incorporar una subdirección de sedes foráneas y un representante de los académicos de estas en el Consejo Interno con la idea de ayudar a su desarrollo y administración. Sin embargo, los retos que impone la distancia geográfica en una organización como la UNAM, que todavía tiene una fuerte concentración en la toma de decisiones, afectan no solamente al Instituto, sino a todas las entidades universitarias, por lo que además del apoyo interno será necesario seguir haciendo gestiones con la administración central para conseguir una mayor descentralización de los servicios administrativos.

Existen, por supuesto, preguntas sobre las razones por las cuales el Instituto de Ingeniería no ha dado origen a la creación de nuevas entidades, como es el caso del Instituto de Física o el de Geología y que han hecho que la participación de estas áreas aumente significativamente en la investigación científica. Las respuestas no sirven, sin embargo, para resolver el problema de la debilidad relativa de la investigación en ingeniería en el contexto del subsistema de la investigación científica en particular y de la UNAM en general. Sin embargo, si se desea dar solución a este problema a mediano y largo plazo, es claro que la posibilidad de desarrollar o crear sedes foráneas no depende exclusivamente de decisiones tomadas al interior del Instituto. Es indispensable que la administración central de la UNAM comparta la idea de la conveniencia de este crecimiento de la investigación en ingeniería para que puedan tener éxito.

Al margen del desarrollo de sedes foráneas, la realización de la investigación en el campus de ciudad universitaria también requiere de la renovación y re-equipamiento de nuestros laboratorios e instalaciones experimentales. El uso de los ingresos extraordinarios, de recursos provenientes del CONACYT y del presupuesto universitario debe ser combinado para conseguir la renovación con miras a contar con instalaciones de primer orden.

Debemos seguir fomentando la participación del Instituto en consorcios de amplio alcance, como lo es el caso del Fideicomiso para la Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México (FiiDEM), con el objetivo de poder desarrollar instalaciones experimentales de nivel mundial. El recién inaugurado Túnel de Viento es una muestra muy positiva al respecto.

### *Administración*

Se deben necesariamente recuperar los niveles de eficiencia y eficacia que la administración del IdeI había sostenido históricamente. En relación con la administración central, es conveniente explorar estrategias piloto para conseguir su simplificación, sin descuidar los aspectos de transparencia en el uso de los recursos públicos.

El uso adecuado de sistemas informáticos que puedan acompañar las demandas de administración de los recursos presupuestales y extraordinarios es un reto pendiente que deberá ser enfrentado en los primeros meses de la siguiente dirección.

### *Ambiente organizacional*

Lograr que una organización sea un sitio en el que sus miembros se sientan a gusto para trabajar es un meta deseable que requiere atención de varios factores. Actualmente contamos con actividades culturales que se realizan de manera más o menos regular y hemos mejorado en las condiciones de manejo de un ambiente seguro para el trabajo. También hemos tomado la iniciativa en aspectos de sostenibilidad. Sin embargo, no fomentamos una cultura deportiva. Tampoco hemos cuidado suficiente que nuestras actividades impacten a todos los grupos que integran la comunidad del Instituto de Ingeniería y que mejoren, en lo general, la comunicación interna.