

# **AUTO-EVALUACION DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA**

## **CARPETA ESTRUCTURA DEL PROGRAMA**

### **Criterio 1. Plan de estudios**

#### **ANTECEDENTES DEL PROGRAMA**

El programa en cuestión, Doctorado en Ingeniería de la UANL, ha pasado por tres periodos: (i) Período Inicio [1] (1991-1999) ; (ii) Período de Transición (2000-2002); y (iii) Período Actual (2003-hoy).

Hacia el final del período (i), en el cual se graduaron cinco doctores, el programa esencialmente quedó reducido a un solo profesor y dos estudiantes. El programa, aún dentro de la Ingeniería de Sistemas, habría de cambiar de LGACs en el siguiente periodo al contratar nuevos profesores y prácticamente fundar de nuevo el programa.

En el período (ii), se gradúa un estudiante en menos de 3 años y con la llegada de nuevos profesores se buscó reconstruir el programa, además de arrancar el programa de maestría en ingeniería de sistemas (que ahora está dentro del PNPC). Hacia el final de este período se contaba con 5 PTC. Aunque se captaron dos estudiantes en este período, ambos causaron baja debido a la falta de preparación en el área de Investigación de Operaciones, a su dedicación de medio tiempo ya que no se contaba con un programa de becas.

En el período (iii), del 2003 al 2006 recibimos el apoyo del PIFOP. En este período se gradúa un doctor, en 4 años y 6 meses, a pesar de haber empezado en el período donde no contábamos con becas ni otro tipo de apoyo. Con la entrada del programa doctoral al PIFOP se recibió apoyo para los proyectos trazados con relación al crecimiento del programa, esto es, infraestructura y masa crítica de profesores y estudiantes (este último mediante el otorgamiento de becas). Con la posibilidad de ofrecer becas, el perfil de los estudiantes aceptados a partir del 2003 cambió favorablemente, al igual que su dedicación al programa, ahora de tiempo completo.

#### **1.1 Perfil de ingreso**

Dado su carácter multidisciplinario, el programa proporciona una valiosa opción para los alumnos de aquellas carreras donde se enfrentan procesos complejos de toma de decisiones tales como los egresados de las carreras de Ingeniero Mecánico Administrador, Ingeniero Administrador y de Sistemas, Ingeniero

Mecánico Electricista, Ingeniero en Control y Computación, Ingeniero Industrial, licenciado en Computación, licenciado en Matemáticas, por mencionar las primordiales, así como los programas de maestría afines con el perfil de análisis, nivel técnico y disciplina de estas carreras.

Se puede decir que el programa de doctorado en Ingeniería de Sistemas está diseñado para ofrecer a profesionales de los diversos campos de la ingeniería (mecánica, eléctrica, civil, química, industrial, etc.) y ciencias (matemáticas, estadística, economía, computación, etc.), una metodología general para la toma de decisiones en un ambiente interdisciplinario complejo.

Para lograr una preparación más eficiente de sus alumnos, se requiere que los estudiantes que ingresen a este programa posean una base sólida en matemáticas y computación. Es conveniente que el aspirante esté familiarizado con algún lenguaje de programación y que sea capaz de leer y comprender material técnico escrito en idioma inglés. Además de lo anterior, el aspirante debe poseer capacidad y espíritu de realizar investigación original de alto nivel.

Este Perfil, que se encuentra en la página de internet: <http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/perfil-aspirante.html>, se confirmó hasta el 2008 como un acuerdo colegiado de los profesores [2].

En concordancia con el Modelo Académico del Posgrado de la UANL [5], se redefinirá el perfil de ingreso en base a competencias, conocimientos, habilidades y valores.

### **Proceso de ingreso**

El proceso de selección de estudiantes es bastante riguroso y consta de varias partes (para más detalles ver la carpeta 2 Estudiantes, criterio 3).

- Realización de examen específico de conocimientos establecido por el programa donde se evalúa a través de exámenes sus conocimientos básicos en las materias. Estos exámenes son elaborados y evaluados por un comité de profesores expertos en la materia, los cuales a su vez son sometidos a una valoración final por los profesores del programa en pleno, para asegurar la calidad de los exámenes.
- Realización de entrevistas con el Comité de Admisión integrado por profesores del programa. Al menos tres profesores entrevistan a cada uno de los aspirantes buscando no solamente el conocimiento y grados obtenidos previamente sino que además se busca que se ajuste a un perfil que permita asegurar su estabilidad, grado de compromiso y fuerte deseo de concluir sus estudios. Al menos una de las entrevistas se realiza en inglés para determinar el grado del conocimiento del idioma.
- Revisión de documentación requerida, entre la que se encuentran cartas de recomendación, fundamentalmente de su asesor de tesis de maestría.
- Realización de examen general de conocimientos generales e inglés establecido por la UANL.

La evaluación de los exámenes de admisión se realiza por un comité compuesto por profesores del programa. La decisión sobre la selección de los alumnos se discute en una junta entre los profesores del programa, tomando en cuenta los antecedentes académicos, las entrevistas, el desempeño en el examen escrito, así como las cartas de recomendación y de intención.

Los criterios más relevantes considerados para la selección de los aspirantes son: la calidad académica en general, avalada por los resultados del examen y las cartas de recomendación, y en particular su capacidad para llevar a cabo una investigación en un tema afín a los objetivos del doctorado, para cuyo efecto se le solicita que entregue una propuesta de tema de tesis donde debe demostrar dominio del tema, de las bases teóricas que lo sustentan, demostrar que está familiarizado con el estado del arte del tema, haciendo mención de resultados tanto clásicos como actuales. Además, son importantes los valores y motivación personal para estudiar un postgrado, su grado de compromiso y cumplimiento de proyectos anteriores, así como el apoyo familiar.

La eficiencia terminal ha aumentado drásticamente: en el 2008 se graduaron 2 estudiantes y en este año 2009 está próximo a graduarse uno más en el mes de julio (inscrita en el 2005), y con bastante expectativa esperamos graduar 3 en diciembre (inscritos en el 2007).

Una característica de nuestro programa doctoral es que la mayoría de nuestros estudiantes de doctorado provienen de nuestra maestría (6/9 incluyendo no titulados en el primer semestre del 2009 e inscritos en el segundo semestre 3/4). Los alumnos egresados de nuestra maestría, no hacen un examen de conocimientos para ingresar al doctorado (su formación en el área del conocimiento del doctorado la realizamos en la maestría).

## **1.2 Perfil de egreso**

La ingeniería de sistemas es un campo interdisciplinario que integra varias especialidades en un esfuerzo ingenieril total para asegurar un producto eficiente y efectivo. La ingeniería en sistemas analiza las necesidades operacionales de los clientes y, mediante la aplicación de tecnología, desarrolla los procedimientos y equipos necesarios para satisfacer esas necesidades. El egresado de este programa, está capacitado para resolver problemas de toma de decisiones en los cuales es necesario tener una asignación más efectiva de recursos. Este tipo de problemas surgen en los diversos ramos gubernamentales e industriales, en ambientes donde las variables de decisión están restringidas de manera compleja. El egresado está capacitado para describir, analizar, diseñar y controlar o administrar la agregación de componentes, coordinándolos para lograr un conjunto de metas u objetivos preestablecidos. Aprende técnicas cuantitativas que enfatizan la formulación del problema en un ambiente operativo dinámico e incierto, la toma de decisión del curso de acción óptimo para el logro

de los objetivos o metas establecidas, y el mantener el sistema en un nivel de confiabilidad y calidad aceptables. El egresado está capacitado para identificar y definir el problema, para utilizar las técnicas cuantitativas aprobadas y para analizar las soluciones derivadas de estas técnicas, con el fin de alcanzar su implementación en la práctica.

Además de lo anterior, el egresado es capaz de realizar investigación original, extendiendo el estado del arte en esta área del conocimiento de manera significativa. El egresado es capaz de proponer y desarrollar técnicas analíticas para mejora de los sistemas en cualquiera de los sectores académico, industrial o gubernamental.

De igual forma, este perfil se confirmó en el 2008 como un acuerdo colegiado de los profesores [2] y se encuentra en la página de internet: <http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/perfil-egresado.html>.

### **1.3 Objetivos y metas**

El objetivo general de nuestro posgrado, que coincide con lo estipulado por la Dirección general de estudios de posgrado de la UANL (<http://www.uanl.mx/secciones/oferta/posgrado/>), es el siguiente:

“Formar profesionales y científicos muy competentes mediante la investigación y la práctica profesional de alto nivel, capaces de contribuir a la generación del conocimiento y su aplicación innovadora en la solución de problemas locales, regionales, nacionales e internacionales.”

El objetivo general de este programa de posgrado es proveer al estudiante con la base educacional para el aprendizaje continuo, así como impartir las habilidades fundamentales necesarias para que logre desempeñar de una manera efectiva su profesión, la ingeniería de sistemas. Los objetivos específicos del programa se encuentran presentados al público en la liga <http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/objetivos.html> y fueron obtenidos mediante un acuerdo colegiado en el 1999 que fue ratificado en el 2003 y a fines del 2008 [3]. Los objetivos son:

1. Formar recursos humanos de primer nivel capaces de resolver efectivamente problemas de toma de decisiones que surgen en los ramos académico, industrial y gubernamental.
2. Formar investigadores a nivel doctoral de alta calidad capaces de efectuar investigación original de primer nivel y extender el estado actual del conocimiento en el área de especialidad.
3. Efectuar labores de investigación en las líneas de generación y aplicación del conocimiento definidas, permaneciendo el doctorado a la vanguardia en dichas líneas de investigación, con la participación de los

estudiantes del programa.

4. Establecer lazos de vinculación con la industria regional y nacional, cuyas problemáticas existentes involucran problemas de toma de decisiones, y por ende, pueden ser significativamente beneficiados mediante las herramientas cuantitativas y analíticas disponibles y/o desarrolladas en este programa educativo.

5. Colaborar con la facultad en la realización y permanencia de convenios con otras universidades o centros de investigación a nivel nacional e internacional, con problemáticas o intereses similares, que permitan un beneficio mutuo tanto en materia de investigación como de formación de estudiantes.

Los objetivos y metas del posgrado en Ingeniería de Sistemas, descritos de una manera más amplia, se encuentran en el documento *“Porqué estudiar en el PISIS”* localizado en: [http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/why\\_pisis.html](http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/why_pisis.html). Este documento se estableció en el 2008 como un acuerdo colegiado de profesores [8].

El documento [2], que contiene los objetivos del programa, fue revisado y ratificado por un acuerdo colegiado de profesores en el 2008 y se encuentra en la página de internet: <http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/objetivos.html>.

La duración del programa para la obtención del grado de doctor es de tres años en donde el alumno de doctorado esté dedicado de tiempo completo a su trabajo de posgrado. La duración aparece especificada en la página del programa (<http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/duracion.html>) y se aceptó como un acuerdo colegiado [2] de los profesores del programa en el año 2008.

Las metas de nuestro programa doctoral son:

1. Formar recursos humanos de primer nivel capaces de resolver efectivamente problemas de toma de decisiones que surgen en los ramos académicos, industriales y gubernamentales, optimizando los recursos de que disponen estos sectores.
2. Formar investigadores de alta calidad capaces de efectuar investigación original de primer nivel y extender el estado actual del conocimiento en el área de su especialidad.

### **Justificación del programa de doctorado en ingeniería de sistemas**

El doctorado en ingeniería de sistemas se enfoca en el modelaje matemático, el análisis y la solución de problemas de investigación de operaciones (IO son sus

siglas en español y OR son en inglés). La IO utiliza técnicas cuantitativas para ayudar en la toma de decisiones a nivel industrial y gubernamental, asistiendo en la planeación, construcción y operación de sistemas. La especialidad es interdisciplinaria y el graduado trabaja en una diversidad de campos incluyendo docencia e investigación en la academia, consultoría en administración, logística y transporte, planeación de producción y comunicaciones, entre otras.

El proceso de globalización en el que México participa exige de sus profesionistas una preparación sólida, actualización constante y capacidad para realizar investigación. El avance tecnológico y el desarrollo científico han ocasionado que la vida en sociedad se organice alrededor de sistemas, cada día, más complejos. Tanto en la industria como en la política, en el sector privado o público, prácticamente en cualquier trabajo hay que enfrentarse con organizaciones y sistemas. Independientemente del sistema particular que se trate (transporte, eléctrico, manufactura, energético, computacional, etc.), existen un conjunto de funciones comunes a los procesos como son: medición, evaluación, optimización y toma de decisiones. El programa de doctorado en ingeniería de sistemas ofrece, a los egresados de las diversas carreras de ingeniería de la región, la oportunidad de profundizar en estas funciones y prepararse adecuadamente para realizar en un ambiente multidisciplinario, un trabajo que logre mejorar la eficiencia de la organización en donde se desempeñan.

En países desarrollados, la mayoría de las industrias recurren a expertos en esta rama (sistemas, investigación de operaciones, ciencias de decisión, etc.) para dar solución a los problemas que enfrentan a diario. En México y en particular en Nuevo León, es necesario tener expertos que formulen, analicen y propongan metodologías de solución que ayuden al proceso de toma de decisiones. Por mencionar un ejemplo, todas las empresas, en Estados Unidos de América, en la industria del transporte (aérea, terrestre, marítima) cuentan con su propio departamento interno encargado de dar el soporte técnico y científico a su muy complejo proceso de toma de decisiones. Para este fin, se toman en cuenta todas las operaciones de asignación de tripulaciones, transporte, flete, logística y satisfacción de demanda. Este soporte que se brinda tiene un impacto muy fuerte en el aspecto económico de dichas empresas. En México, nuestro posgrado está formando profesionistas e investigadores que son capaces de modelar, analizar y solucionar este tipo de sistemas.

En la UANL no existen otros programas con orientaciones similares o afines al de Ingeniería de Sistemas, y en el país son pocos los programas que tienen una orientación afín (e.g., BUAP, UNAM). Por ello, nuestro programa doctoral juega un papel importante en el plan de desarrollo institucional, por una parte, en la vinculación con la industria y en el impacto en el desarrollo de la región y por la otra, en la proyección regional y nacional de la División de Posgrado de la Facultad al cubrir un área de oportunidad de desarrollo como lo es la Investigación de Operaciones en uno de sus programas de posgrado.

#### **1.4 Congruencia del plan de estudios (Coherencia con el plan estratégico del programa)**

Existe una fuerte coherencia entre nuestro plan estratégico y los objetivos, además del perfil del egreso. Es de notarse la congruencia con el plan estratégico de la UANL ya que el lema del plan estratégico del Sistema de Posgrado de la UANL es el siguiente [4, p.10]:

“Asegurar la operación de un Sistema de Posgrado de buena calidad, reconocido nacional e internacionalmente, que coadyuve a posicionar a la UANL como un polo de desarrollo científico, tecnológico y humanístico de alto impacto social y académico y que contribuya al logro de la Misión y Visión 2012 de la UANL.”

De manera más específica, ponemos a continuación el plan estratégico del doctorado para obtener el reconocimiento de PNPC y en un futuro próximo el grado Internacional. Después de cada punto del plan ponemos los rubros de la estructura del posgrado que se relacionan y se consolidan mediante este plan estratégico.

1. Rediseñar el programa doctoral en ingeniería de sistemas de acuerdo con los criterios de CONACYT y los del nuevo modelo académico de la UANL: Perfil de ingreso, proceso de ingreso, perfil de egreso, objetivo de formación de recursos humanos de alta calidad, objetivos de colaboraciones con universidades y finalmente la justificación del programa.
2. Establecer un tránsito ágil y estructurado para los estudiantes en los tiempos establecidos por el CONACYT en nuestro programa doctoral: perfil del egreso, objetivo de recursos humanos y objetivos de colaboraciones con universidades.
3. Hacer más dinámica la producción científica de los profesores: Objetivo de recursos humanos, objetivos de investigadores de alta calidad científica, objetivo de colaboración con universidades y vinculación con empresas nacionales.
4. Consolidar la infraestructura requerida para que los profesores y los estudiantes doctorales puedan desarrollar investigación de frontera: perfil del egreso, objetivo de recursos humanos, objetivos de investigadores de alta calidad científica, objetivos de colaboración con universidades y vinculación con empresas nacionales, justificación del programa.
5. Revisión y análisis de los resultados para garantizar la calidad del doctorado: perfil del ingreso, proceso de ingreso, perfil del egreso, objetivo de formación de recursos humanos.
6. Mantener y mejorar la colaboración que se tiene inter y extra institucional. Además, incrementar la relación con el sector productivo de la región: perfil del egreso, objetivos de colaboración con universidades y vinculación con empresas nacionales, justificación del programa.

#### **1.5 Organización curricular**

Las normas de funcionamiento del programa de Doctorado en Ingeniería se describen en detalle en el programa del Doctorado [2] y se muestra un resumen del mismo que también está disponible en la página del programa: <http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis> en la sección de Información General. Los requisitos de ingreso, permanencia y graduación, perfil del aspirante y del egresado, duración del programa y plan de estudios se describen explícitamente en dicho documento, así como en diferentes criterios de la carpeta de “Estudiantes”: criterio 4 de “Trayectoria Escolar”, criterio 6 de “Tutorías” y criterio 7 de “Dedicación al programa”.

El Doctorado en la UANL se otorgaba por investigación (Capítulo 10 del Reglamento General de la UANL, anterior “Reglamento de Posgrado”); esto es, no era requisito la obtención de un número prefijado de créditos. Sin embargo, en la práctica se daba apoyo a los estudiantes a través de cursos, tal como es aceptado recientemente [4, 5] por la UANL, y reglamentado por la misma [3].

En el Doctorado en Ingeniería con orientación en Ingeniería de Sistemas, el plan de estudios se particulariza a las necesidades del estudiante, en función de su formación e intereses de investigación. El programa académico incluye un sistema de formación y apoyo para el alumno, constituido por diversas estrategias de aprendizaje. Además, el estudiante doctoral debe participar en actividades de divulgación de los resultados obtenidos en su labor de investigación, v.g, coloquios, conferencias, congresos, artículos en revistas indexadas. La tesis de investigación debe publicarse y defenderse en examen público [3, 5].

La Figuras B.1 ([3], Sección 2.2.3) muestra la organización curricular del nuevo plan de posgrado de la UANL. El Doctorado en Ingeniería con orientación en ingeniería de sistemas siempre contempló las áreas curriculares propuestas recientemente por el nuevo Plan de posgrado de la UANL[3]: área de formación, área de divulgación y área de investigación.

Figura B.1 Distribución Curricular

Área Curricular	DISTRIBUCIÓN DE HORAS Y CRÉDITOS			
	Horas y créditos obligatorios	Horas y créditos de libre elección	Horas totales por área	Créditos totales por área
Formación	(80%) 720 h 24 créd.	(20%) 180 h 6 créd.	900	30
Divulgación	(80%) 720 h 24 créd.	(20%) 180 h 6 créd.	900	30
Investigación	(100%) 1800 h 60 créd.	0	1800	60
Totales:	3240 h 108 créd.	360 h 12 créd.	3600	120

El área de formación comprende los seminarios, cursos, tópicos selectos y demás elementos académicos que contribuyan a la formación doctoral. El área de divulgación comprende la divulgación del conocimiento generado por el estudiante doctoral de nuestro programa a través de su participación en simposios, conferencias, congresos, coloquios, foros y a través de al menos una publicación en revistas con arbitraje estricto y de circulación internacional. El área de investigación, se caracteriza por la elaboración de una tesis, la cual consiste en la planeación, realización y presentación de un trabajo de investigación. La tesis llevará como elemento esencial la contribución original e innovadora del conocimiento, con pleno dominio del método científico.

Una vez admitido al programa, al estudiante le es asignado un tutor académico. Las funciones del tutor académico consisten en orientar y ayudar al estudiante en la elaboración del plan de trabajo preliminar, el cual está enfocado a preparar al estudiante para el examen de calificación doctoral. Queremos destacar que en nuestro caso sí es un requisito de graduación el haber sometido al menos un artículo derivado de la investigación doctoral a una revista internacional de prestigio y con arbitraje.

Cuando el estudiante registra su tema de tesis también se le asigna un comité de tesis formado por 4 doctores y su asesor, que es responsable de dar seguimiento al proceso de desarrollo de la tesis y evaluar semestralmente el mismo para garantizar que la investigación se siga con rigor y acorde a las exigencias del programa. Los eventos más relevantes que puedan afectar el desempeño de los estudiantes, su permanencia, o graduación se analizan entre otros en las juntas semanales de los maestros del programa, definiéndose estrategias para responder oportunamente a estos.

Los cursos en el área de formación se abren con respecto a los intereses del estudiante doctoral junto con las recomendaciones de su asesor y/o su comité tutorial. Una lista de materias y una descripción sintética de cada materia se

encuentran en la página <http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/pisis-cursos-lista.pdf>, <http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/pisis-cursos-temarios.pdf>, respectivamente. En estas ligas se especifican, por curso o asignatura, las herramientas de trabajo como bibliografía, prácticas de laboratorio, paquetes, etc. Notar que materias específicas no propuestas en dicha lista pueden ser abiertas por demanda del estudiante y/o su asesor de tesis. Los pre-requisitos de cada materia están especificados en la lista de materias antes mencionada así como el número de créditos “antiguos” que cada materia representa. Los cursos estarán clasificados de acuerdo con las líneas de investigación del programa que son: sistemas estocásticos y simulación, métodos avanzados de optimización y optimización de sistemas industriales.

Al principio de cada curso los alumnos reciben información sobre el contenido y objetivos del curso, así como el criterio de evaluación. Esta información es entregada a los estudiantes en forma impresa de acuerdo con el formato establecido por las políticas de calidad ISO 9001:2000, ya que es uno de los procedimientos certificados por esta norma ([www.fime.uanl.mx](http://www.fime.uanl.mx)). Los criterios de evaluación y los métodos pedagógicos generalmente son establecidos de acuerdo con la naturaleza del curso.

El programa con aulas de alta tecnología equipadas con equipos de proyección escrita y cómputo interactivos en donde también se pueden impartir los cursos con el método y ayudas tradicionales (ver la carpeta Infraestructura y sus medios de verificación). Consecuentemente, las evaluaciones a los estudiantes tienen en cuenta estos aspectos y ellos también son evaluados, a través de presentaciones, por ejemplo, por la habilidad que logren en el manejo de los medios pedagógicos o por su capacidad creativa a través de exámenes escritos o presentación de propuestas de soluciones a problemas prácticos.

En el programa se busca el desarrollo proactivo constante. Durante los últimos dos años, hemos trabajado para cumplir con las recomendaciones del comité de evaluación del PNP 2006 y PNPC 2007. Nuestra meta principal fue elevar la eficiencia terminal del doctorado mediante las siguientes acciones.

1. Involucrar más PTCs en la tutoría de estudiantes doctorales: Se instauraron *coloquios* semestrales para el seguimiento de estudiantes aún sin comité a puerta cerrada, con *todos* los PTC del programa.
2. Involucrar más a los estudiantes de doctorado en publicaciones científicas: Se estableció como requisito la *publicación de un artículo arbitrado* así como el envío de un artículo a una revista indizada. A partir del 2006, ya contamos con seis artículos arbitrados con la participación de estudiantes doctorales actuales. Esto facilitará su entrada al SNI.

Como conclusión, nuestro plan de estudios se ha enfocado en la tasa de graduación (de 0 a 50 %). Así mismo, no ha descuidado la productividad académica de los doctorantes (6 artículos en donde los doctorantes han colaborado en los últimos tres años). En la sección de Estudiantes se resalta

que nuestro programa fomenta la movilidad (2 estancias de los doctorantes sin becas mixtas) y al entrar al PNP, esta tasa aumentará sin duda.

## **1.6 Idioma**

El Reglamento General del Sistema de Posgrado de la UANL [3], artículo 35, establece como requisito que el alumno presente y apruebe el examen general de admisión (de conocimientos generales y del idioma inglés) para el ingreso al posgrado de la UANL. Es de notarse que al menos una de las entrevistas con el comité evaluador del posgrado es en inglés. En nuestro posgrado insistimos a los estudiantes a que mejoren su inglés mediante cursos o talleres que frecuentemente se imparten en la UANL.

Para fomentar el carácter internacional de nuestro posgrado, usualmente tenemos invitados extranjeros que dan seminarios generalmente en inglés (ver la página de seminarios de nuestro programa: <http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/seminar/>).

Para promover el estudio de la lengua inglesa, algunas materias se dan en inglés. En otras, las notas de clase se distribuyen en inglés y finalmente, se imparten materias (opcionales que no cuentan créditos) de cómo escribir y hablar inglés en el ámbito científico.

## **1.7 Actualización del plan de estudios**

A continuación presentamos instancias y criterios basados en los artículos 40 a 44 del “Capítulo V: De los Programas Educativos” del Reglamento General del Sistema de Posgrado de la UANL [3] que garantizan una buena actualización del plan de estudios del doctorado. Estas instancias se determinaron este año y serán puestas en marcha para el segundo semestre del 2009. En efecto, antes la UANL y en nuestro posgrado, no se tenían revisiones tan periódicas. En la práctica, modificaciones y actualizaciones se realizaron casi cada año desde el 2000 en nuestro posgrado. Más adelante se presentan también una serie de estrategias didácticas que permiten el buen desarrollo de la formación de nuestros estudiantes doctorales.

1. El comité de Doctorado de la Dirección General de Estudios de Posgrado, es el encargado de evaluar las propuestas de creación y modificación del programa en ingeniería de sistemas, así como de su buen desempeño. En la próxima reunión del comité se harán oficiales las últimas modificaciones que van de acuerdo con el Modelo de posgrado propuesto por la UANL.

2. El programa de doctorado en ingeniería de sistemas es evaluado al menos cada cinco años por el Consejo de Estudios de Posgrado, a través de los comités de su Dirección General; el dictamen es enviado a la Comisión Académica del Consejo Universitario para su aprobación.

3. Nuestro programa se sustenta en el Modelo Educativo de la Universidad [3, 4, 5] y fomenta la equidad, la movilidad, la internacionalización y la colaboración académica multi e interdisciplinaria entre Facultades, Centros e Institutos y con otras instituciones, y se desarrollarán a través de un currículo flexible diseñado con base en competencias y unidades de aprendizaje teóricas, prácticas y teórico-prácticas, así como de seminarios, estancias y otras actividades de aprendizaje establecidas en los programas educativos.

## **Criterio 2. Proceso de enseñanza-aprendizaje**

### **2.1 Flexibilidad curricular**

Las oportunidades para trayectorias flexibles de aprendizaje, incluyendo procedimientos para el reconocimiento del aprendizaje previo.

Las estrategias de aprendizaje son el conjunto de actividades, técnicas y medios que se planean de acuerdo con las necesidades de los estudiantes de doctorado de nuestro programa, a los objetivos que persiguen y a las áreas y unidades de aprendizaje, con la finalidad de hacer más efectivo el proceso de aprendizaje; se consideran una guía de las acciones que se deben seguir; por lo tanto, son siempre conscientes e intencionales, dirigidas a un objetivo relacionado con el aprendizaje [3].

El ser aceptado un estudiante a nuestro programa doctoral implica que el comité de doctorado (integrado por tres profesores del posgrado en ingeniería de sistemas) evaluó la propuesta del estudiante, aceptó que el tutor del estudiante es pertinente, revisó su CV así como su Kardex de maestría. De esta manera, el comité de doctorado propone materias obligatorias a cursar por el estudiante. Además, el doctorante junto con su asesor proponen materias a cursar (corresponden a los créditos de libre elección). Esto hace que la trayectoria del estudiante sea flexible y se reconoce el aprendizaje previo que adquirió durante su maestría y licenciatura.

Por otra parte, las áreas de divulgación e investigación son guiadas por el tutor (junto con el estudiante) y son revisadas por el comité tutorial o durante el coloquio doctoral.

Es de notarse que la UANL tiene, en su reglamento [3] (artículos 75-80), políticas para por ejemplo, tomar clases en otras facultades o incluso, en otras universidades. Ponemos a continuación los artículos más relevantes (del artículo 77 al 80 se explica la normatividad para las revalidaciones).

Artículo 75.- Las unidades de aprendizaje acreditadas en las áreas de libre elección tendrán validez en cualquiera de los programas educativos que conforman el Sistema de Posgrado de la UANL.

Artículo 76.- Los estudiantes inscritos oficialmente en cualquiera de los programas educativos que conforman el Sistema de Posgrado de la Universidad podrán revalidar o hacer equivalentes unidades de aprendizaje acreditadas en otras instituciones nacionales o extranjeras reconocidas por la Universidad. El número de créditos que podrán ser revalidados o equivalentes no será mayor al 50% de los créditos necesarios para obtener el grado que se pretende.

Sin embargo, todavía no ha sido solicitado este tipo de prácticas en nuestro programa. Sin embargo, al existir la normatividad que lo avale, en nuestro posgrado fomentaremos la revalidación de créditos entre facultades y entre Universidades.

### **Las estrategias didácticas y mecanismos para medir la efectividad de la metodología de enseñanza aprendizaje**

Las estrategias didácticas que permiten el buen desarrollo de la formación de nuestros estudiantes doctorales son las siguientes:

1. Al ingresar, el estudiante doctoral es asignado a un tutor académico, el cual tiene estrecha relación con la propuesta de investigación preliminar presentada por el estudiante como requisito de admisión. Con su colaboración, el estudiante debe elaborar un plan de trabajo preliminar, enfocado a prepararlo para el examen de calificación doctoral, el cual decidirá su permanencia en el programa.

2. La siguiente fase consiste en preparar una propuesta de proyecto de investigación doctoral, la cual debe ser presentada y defendida ante un comité doctoral, el cual estará formado por cinco investigadores incluyendo el director o codirectores de la tesis. Si la exposición es satisfactoria a juicio del comité, el estudiante adquiere el rango de Candidato a Doctor. El comité tutorial del doctorante elabora un programa de trabajo personalizado con base a la formación del estudiante y sus intereses de investigación.

Cabe destacar que tenemos “el coloquio doctoral”, en donde cada estudiante debe presentar, ante el claustro de profesores, los avances detallados de su trabajo del semestre, con el propósito de identificar oportunamente las posibles áreas de mejoramiento donde el estudiante pueda requerir más apoyo.

Este coloquio se hace desde que el estudiante ingresa a nuestro programa doctoral y hasta que se define su comité de tesis. Es responsabilidad del claustro de profesores evaluar semestralmente el desempeño del estudiante doctoral mientras éste no ha pasado a la fase de defensa de “propuesta de tesis doctoral”.

Una vez que el estudiante ha defendido exitosamente la propuesta, es responsabilidad del comité de tesis el continuar con dicha evaluación. El

coloquio doctoral ha sido visto, por todos estudiantes y profesores como un excelente mecanismo de criticar, orientar y dirigir adecuadamente al estudiante doctoral durante sus primeros semestres.

En el desarrollo de la tesis, el asesor del estudiante doctoral establece estrategias y un programa de actividades para propiciar el desarrollo de habilidades de creatividad e innovación.

La publicación de los resultados de la investigación es un requisito oficialmente establecido para la obtención del grado. Debe el doctorante para graduarse presentar sus resultados en, al menos, dos foros de reconocido prestigio en el área y haber sometido su trabajo a, al menos, una revista indexada.

Contamos con un programa de seminarios, publicado cada semestre (<http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/seminar/>), coordinado por un profesor del programa y auxiliado por algunos estudiantes. El doctorante, como parte de su formación en el aprendizaje del diseño y coordinación de actividades académicas y culturales colectivas debe participar cada semestre con una plática en dicho seminario. En la misma dirección de internet se tienen registrados todos los seminarios que se han impartido desde el inicio de nuestro programa en el año 2000. Se han realizado desde el año 2000 hasta el 2005 un total de 190 conferencias de las cuales 24 corresponden a estudiantes del doctorado. Consideramos que los seminarios constituyen un medio a través del cual se puede presentar temas humanísticos, con la oportunidad de discusión, como son los valores éticos así como el compromiso y responsabilidad con la sociedad. En el futuro se buscará dar mayor cabida a temas de ética en la investigación e implicaciones sociales de la investigación para redondear la formación de los estudiantes doctorales.

3. Información sobre las etapas del plan de estudio se puede encontrar en la página del Programa de Postgrado en Ingeniería de Sistemas <http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/programa-phd.html>. Aquí mismo se tienen enunciados los requisitos de permanencia y graduación [3] y en lo relativo a las características de las tesis, éstas están detalladas en el Capítulo VIII artículo 112 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la UANL y el reglamento Interno de la FIME.

Otras actividades no consideradas, pero que forman parte de nuestro quehacer diario y se divulgan oportunamente ( <http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis>) son aquellas que conducen a una formación integral de nuestros estudiantes y que contribuyen a formar los valores que están declarados en nuestra misión. Algunas de ellas son: (1) actividades culturales como lo es el Club de Cine de PISIS (en receso por cambio de institución educativa del maestro responsable) que fomentan en los alumnos manejo de lenguajes, el pensamiento lógico y los valores universales, (2) actividades deportivas y de salud como lo son las caminatas en parques boscosos regionales que fomentan en los alumnos una

vida sana y el respeto al medio ambiente, (3) actividades recreativas como lo es la organización de festejos de los cumpleaños de todos los participantes de nuestro programa, dentro de la dependencia por parte de los alumnos, los que fomentan en los alumnos liderazgo y creatividad.

### **Seguimiento de egresados**

Todos los alumnos graduados del programa cuentan actualmente con un puesto relacionado con sus estudios realizados, ya sea en la industria o en la docencia. Los últimos 5 estudiantes graduados laboran en el sector académico; algunos han publicado varios artículos en revistas internacionales y mantiene colaboración con el programa, participando en los comités de tesis y desarrollando trabajos de investigación de manera conjunta.

El seguimiento de egresados, así como la retroalimentación que esto puede aportar, ha sido un aspecto importante dentro del funcionamiento del programa, principalmente desde nuestra incorporación al PIFOP, donde se estableció como proyecto específico. En el año 2003 se instituyó formalmente una metodología de seguimiento y actualmente se tiene en operación una base de datos para guardar la información de nuestros egresados. La actualización está por ser automatizada, pero sus datos pueden ser revisado (<http://yalma.fime.uanl.mx/~pisis/listado-egresados-doctorado.html>). Además, a manera de asegurar que la información almacenada sea actual, una vez al año se solicita a los egresados que revisen su información.

La información que se tiene guardada en la base de datos es la siguiente: Fotografía, nombre, fecha de ingreso, fecha de graduación, título de tesis, dirección, teléfono, correo, contacto (dirección, teléfono), empleo actual (empresa/institución, puesto, área/departamento, funciones, teléfono), jefe inmediato (nombre, puesto, teléfono).

Además, para obtener retroalimentación de nuestros egresados, en este año y el año pasado se realizó una encuesta telefónica relacionada con el impacto del programa en el ámbito laboral y científico. Con el propósito de agilizar la obtención de datos de futuras encuestas, hemos diseñado una herramienta computacional, que nos permitirá realizar y almacenar las encuestas de manera electrónica.

De nuestros egresados de doctorado, el 100% de ellos se encuentran trabajando en la academia (en diferentes universidades), uno de ellos se desempeña como director del programa de graduados en una división del ITESM-Monterrey. Además, nuestros egresados de doctorado mantienen una relación estrecha con nuestro programa. Dicha relación se ve beneficiada en la colaboración conjunta de investigación, asesoría y coasesoría de estudiantes de maestría y de doctorado, divulgación científica (seminarios tanto en sus instituciones como en la nuestra). Además, consideramos que nuestros egresados de doctorado

actualmente están consolidados en la academia, y que han podido desarrollarse científicamente de manera independiente. Finalmente, el 100% de nuestros egresados pertenecen a diferentes sociedades científicas (por ejemplo el Institute of Industrial Engineers y la Society for Industrial and Applied Mathematics). Aunque ninguno de ellos, por ahora, se encuentra dentro del SNI, la colaboración investigativa y la publicación conjunta que tenemos con nuestros egresados deberá ser instrumental para su futuro ingreso.

### **Tecnologías de información y comunicaciones.**

Para el programa doctoral en ingeniería con orientación en ingeniería de sistemas, el uso de tecnologías de información y comunicaciones es fundamental para el aprendizaje. De hecho, un gran número de nuestros alumnos hacen o se busca que realicen búsqueda bibliográfica de calidad en la red de internet y en las bibliotecas digitales ([http://www.uanl.mx/bibliotecas/biblioteca\\_digital/](http://www.uanl.mx/bibliotecas/biblioteca_digital/)) que la UANL pone a nuestra disposición para complementar la información que se puede adquirir en las bibliotecas (<http://www.uanl.mx/bibliotecas/>). El Sistema Integral de Bibliotecas de la UANL (SIBUANL) cuenta con 74 bibliotecas pertenecientes a las diferentes dependencias de la UANL, de ellas 7 son de posgrado. La Biblioteca Digital de la Universidad Autónoma de Nuevo León permite el acceso en línea a textos completos, resúmenes e índices bibliográficos de publicaciones seriadas, tanto científicas como académicas, conferencias, procedimientos, reportes técnicos, tesis y publicaciones comerciales y de divulgación, a través de diversas bases de datos. Los contenidos que la comunidad universitaria puede consultar en las bases de datos de la Biblioteca Digital abarcan diferentes áreas del conocimiento. El servicio de Préstamo Interbibliotecario está disponible para la comunidad universitaria, a través de Interlibrary Loan Service. Los usuarios, pueden solicitar en préstamo interbibliotecario del material que se encuentre disponible en alguna biblioteca que forme parte del catálogo colectivo WorldCat, el cual está conformado por más 4,000 bibliotecas de instituciones nacionales e internacionales.

Por otra parte, en la biblioteca del posgrado de la FIME hay más de 500 textos en el área de la especialidad del programa y suscripciones a alrededor de 35 revistas especializadas en el área. Se promueve también que los profesores del programa que reciban fondos de algún proyecto, destinen parte de dichos fondos a los servicios de apoyo a las actividades académicas coadyuvando de manera parcial con la Universidad en la generación de infraestructura de biblioteca, equipo y software.

Además de los servicios anteriores, la Facultad cuenta con el Centro de Atención y Servicios y el Departamento de Red. El primero se encarga de reparar y dar mantenimiento al equipo de cómputo personal y sus accesorios. El Departamento de Red se encarga de que funcione correctamente el servicio de

Internet de la Facultad. Ambos servicios son de gran utilidad para el buen desarrollo de las actividades académicas que requieran de equipo de cómputo.

Lejos de fomentar en una modalidad a distancia, las herramientas de la tecnología de la información y comunicación facilitan la relación entre profesores y alumnos e inclusive entre investigadores reconocidos y nuestros alumnos. Varios de los profesores de nuestro posgrado están casi permanentemente disponibles vía “chat” y eso permite salir de dudas momentáneas a los alumnos que lo requieran. Por otra parte, en el doctorado fomentamos el uso de divulgación de los resultados publicados por nuestros alumnos por medio de listas de difusión electrónicas. Además, dichas listas mantienen informados a los alumnos acerca de otros posgrados, ofertas de trabajo y posibles intercambios.

Mayor información se tiene en la carpeta 4 Infraestructura, en relación a los 3 laboratorios de cómputo.

## Referencia

- [1] Doctorado en Ingeniería 1991  
Medios de Verificación/ Anexo 1/doctorado1991.pdf
- [2] Documento General del Posgrado de Ingeniería de Sistemas 2008  
Medios de Verificación/ Anexo 1 /DocGralPISIS2008.pdf
- [3] Reglamento General del Sistema de Posgrado, UANL  
Medios de Verificación/ Anexo 1/ RegGralSisPosgrado.pdf  
([http://www.uanl.mx/acerca/leyes\\_y\\_reglamentos/leyesYreg.html](http://www.uanl.mx/acerca/leyes_y_reglamentos/leyesYreg.html)),  
Aprobado el 24 de marzo de 2009
- [4] Plan de Desarrollo del Sistema de Posgrado, UANL  
(<http://www.uanl.mx/secciones/oferta/posgrado/>), Visión 2012
- [5] Modelo Académico del Posgrado, UANL  
Medios de Verificación/ Anexo  
1/modeloacademicoposgradomayo09.pdf  
(<http://www.uanl.mx/secciones/oferta/posgrado/>), Visión 2012
- [6] Modelo Educativo de la UANL  
([http://www.uanl.mx/acerca/modelos/archivos/mod\\_educativo.pdf](http://www.uanl.mx/acerca/modelos/archivos/mod_educativo.pdf)), Visión  
2012
- [7] Visión 2012, UANL  
([http://www.uanl.mx/acerca/archivos/vision\\_uanl2012.pdf](http://www.uanl.mx/acerca/archivos/vision_uanl2012.pdf))
- [8] ¿Por qué estudiar en PISIS?

Medios de Verificación/ Anexos 1/ Porque PISIS.pdf