

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS**

**TIPO DE PROYECTO QUE SE PRESENTA:**

- Adecuación del Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas

**DENOMINACIÓN DEL GRADO QUE SE OTORGA:**

- Doctor en Ciencias

**ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES:**

- Facultad de Medicina
- Instituto de Química
- Instituto de Neurobiología
- Instituto de Ecología
- Instituto de Fisiología Celular
- Instituto de Investigaciones Biomédicas
- Centro de Ciencias Genómicas

**FECHA DE APROBACIÓN DEL COMITÉ ACADÉMICO:**

**10 de septiembre de 2008**

**FECHA DE OPINIÓN FAVORABLE DEL CONSEJO DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO:**

**19 de junio de 2009**

**DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA:**

- Doctorado en Ciencias Biomédicas

**DENOMINACIÓN DEL GRADO QUE SE OTORGA:**

- Doctor en Ciencias

**DENOMINACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS QUE SE ADECUA:**

- Plan de estudios del Doctorado en Ciencias Biomédicas

## **ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES:**

- Facultad de Medicina
- Instituto de Química
- Instituto de Neurobiología
- Instituto de Ecología
- Instituto de Fisiología Celular
- Instituto de Investigaciones Biomédicas
- Centro de Ciencias Genómicas

### **1. Presentación del Programa**

El Doctorado en Ciencias Biomédicas es el resultado de la adecuación del Posgrado en Investigación Biomédica Básica de la Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades (UACPyP del CCH); se adhiere la Facultad de Medicina con su Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Biomédicas (ambos pertenecientes al padrón de posgrados de excelencia del CONACYT), y se incorporan otras entidades académicas. Se trata de un Programa conjunto del Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (actualmente Centro de Ciencias Genómicas), el Centro de Neurobiología, la Facultad de Medicina, el Instituto de Ecología, el Instituto de Fisiología Celular, el Instituto de Investigaciones Biomédicas y el Instituto de Química.

#### **1.1 Introducción**

El Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas se adhiere al espíritu del Reglamento General de Estudios de Posgrado (RGEP) al fusionar dos programas existentes y al incorporar otras entidades académicas. La propuesta resultante incluye a un centro y cinco institutos del Subsistema de la Investigación Científica y a la Facultad de Medicina, en conformidad con lo establecido en el RGEP. Posteriormente el Instituto de Biotecnología solicitó su desincorporación, la cual fue aprobada por el Consejo Académico del Área de las Ciencias Biológicas y de la Salud el 26 de octubre de 1998. A la propuesta original se adicionaron la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y el Centro de Neurobiología.

El Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas mantiene la orientación eminentemente formativa, el plan de estudios flexible y personalizado, el sistema de tutoría de supervisión de los alumnos y el énfasis en el desarrollo de un proyecto de investigación original, que caracteriza a los programas precedentes. La diferencia fundamental consiste en no considerar necesario el grado de maestría como antecedente del doctorado. Con ello, se disminuye el tiempo requerido para alcanzar el doctorado, ya que conseguir la maestría resta continuidad al avance de aquéllos con una clara capacidad para convertirse en investigadores originales. Además, la posibilidad de incorporación directa y temprana de los alumnos al nivel de doctorado, pretende captar a aquéllos con una vocación temprana hacia el quehacer científico. Se trata pues, de un posgrado dirigido hacia la formación de investigadores capaces de realizar trabajo científico original y de alta calidad académica en biomedicina y biología.

El Programa propuesto es el resultado de la adhesión y la transformación de dos programas de probada eficiencia en la formación de investigadores con casi 400

maestrías y más de 160 doctorados otorgados (Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Biomédicas y Maestría y Doctorado en Investigación Biomédica Básica). En su mayor parte estos graduados se encuentran laborando en dependencias dedicadas a la investigación, tanto dentro como fuera de la Universidad Nacional Autónoma de México.

## 1.2 Antecedentes

a) El Posgrado en Investigación Biomédica Básica de la UACPyP del CCH

El Proyecto Académico de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Investigación Biomédica Básica, adscrito a la UACPyP del CCH, fue aprobado por el H. Consejo Universitario en 1973. El posgrado en Investigación Biomédica Básica se inició en el Instituto de Investigaciones Biomédicas con el ingreso de los primeros cuatro alumnos de maestría en 1975 y del primer alumno de doctorado en 1977. Este posgrado se caracterizó por un plan de estudios flexible y personalizado, con énfasis en el trabajo de investigación de los alumnos. Además del trabajo de investigación, el estudiante de maestría debía también aprobar cursos (designados como Tópicos Selectos), mientras que el estudiante de doctorado cumplía con una actividad académica variable (contribuir en cursos de maestría, cursos individuales, etcétera). El estudiante era asesorado a lo largo de su grado por un Comité Tutor formado por su tutor principal o director de tesis y dos tutores externos a la entidad del tutor principal.

En 1980 se inició la expansión del posgrado en Investigación Biomédica Básica con la incorporación de un grupo de investigadores del Centro de Investigaciones en Fijación de Nitrógeno (actualmente Centro de Ciencias Genómicas). Cuatro años más tarde, el Centro de Investigaciones sobre Fisiología Celular (actual Instituto de Fisiología Celular) se incorporó al posgrado y finalmente, en 1988, el Centro de Investigaciones sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (actual Instituto de Biotecnología) se convirtió en la cuarta sede. El número de tutores incluidos en el posgrado llegó a ser mayor de un centenar y ofreció a los alumnos la oportunidad de incorporarse a grupos de investigación trabajando en temas variados dentro de las áreas de biología celular y molecular, bioquímica, biotecnología, fisiología, inmunología y neurociencias.

A partir de la creación de la UACPyP del CCH en 1973, el Posgrado en Investigación Biomédica Básica contribuyó con casi 30 por ciento de los maestros (210) y con 48 de los doctores (97) que se habían graduado en esta Unidad hasta 1994<sup>1</sup>. Entre 1984 y 1992, este Posgrado graduó 80 doctores que equivalen al 20 por ciento del total en ciencias naturales y exactas en todo el país<sup>2</sup>.

El crecimiento tan acelerado del posgrado en Investigación Biomédica Básica y la incorporación de varias sedes, hizo necesario adecuar su organización. Se crearon las Coordinaciones y las Comisiones Académicas de Sede y se amplió el Consejo Interno del Posgrado, para dar cabida a los representantes electos de tutores y alumnos. Las llamadas "Normas Complementarias".

<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Informe Bianual 1993-1994, Unidad de los Ciclos Profesional y de Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México, Marzo de 1995. , aprobadas por el Consejo Técnico de la UACPyP del CCH en 1989, constituyeron el primer cuerpo de adecuaciones al Posgrado en Investigación Biomédica Básica. Un segundo cuerpo de adecuaciones, que ya consideraba la maestría como parte integral del doctorado y no como objetivo final, están contenidas en el documento "Adecuaciones del Plan de Estudios y Normas Complementarias" aprobado por el Consejo Técnico de la UACPyP del CCH el 25 de mayo de 1994. El objetivo de estas adecuaciones al posgrado fue el de fomentar que los alumnos destacados de maestría tuvieran acceso directo al doctorado sin necesidad de obtener el grado de maestro en Investigación Biomédica Básica.

<sup>2</sup> Tapia R, (1994) El programa de posgrado en Investigación Biomédica Básica de la UNAM. Boletín de la Academia de la Investigación Científica. 25: 35-39.

<sup>3</sup> Adecuación de las Normas Complementarias de la Maestría y Doctorado en Investigación Biomédica Básica al nuevo Reglamento General de Estudios de Posgrado. Proyecto Académico de Licenciatura Maestría y Doctorado en Investigación Biomédica Básica. UACPyP del CCH, 1989.

Aunque los resultados de las evaluaciones practicadas al posgrado en investigación Biomédica Básica habían sido satisfactorios, existían condiciones que debían ser superadas:

- La escolarización excesiva.
- La obligatoriedad de la maestría como antecedente del doctorado que prolongaba innecesariamente el tiempo requerido para que el egresado realizara investigación original.
- La dispersión de recursos materiales en el funcionamiento de las entidades académicas participantes.
- La multiplicación innecesaria de esfuerzos y recursos.
- La participación informal de diversas entidades y grupos académicos.

#### b) El Posgrado en Ciencias Biomédicas de la Facultad de Medicina

En la Facultad de Medicina estaba inscrito el 41 por ciento del total de alumnos de posgrado de la UNAM, correspondiendo un 5 por ciento a las maestrías y doctorados y el restante 36 por ciento a las especialidades. Dentro de la propia Facultad, el Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Biomédicas incluía al 36 por ciento de los alumnos inscritos en la maestría (138) y al 82 por ciento de los inscritos en el doctorado (120). A partir de 1981 se otorgaron 186 maestrías y 68 doctorados. Tan sólo en 1995 obtuvieron su grado 15 Maestros y 6 Doctores en Ciencias Biomédicas.<sup>4</sup>

El Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Biomédicas de la Facultad de Medicina estuvo estructurado y orientado a la formación de investigadores independientes en seis ramas terminales: bioquímica, farmacología, fisiología, inmunología, microbiología y parasitología, y morfología. El Programa llegó a contar con más de 100 investigadores de tiempo completo, reconocidos como tutores.

Al igual que el posgrado descrito anteriormente, este Programa ponía especial énfasis en el trabajo de investigación de los estudiantes. Cada alumno de maestría y de doctorado era supervisado y evaluado por un Comité Tutor, integrado por el tutor principal y dos investigadores, quienes fungían como coasesores para el proyecto de tesis. A partir del tercer año, el Comité Académico del Programa emitía una recomendación para que el alumno de maestría continuara directamente hacia el doctorado, o al otorgamiento del grado de Maestría como salida colateral. Durante los primeros dos años del Programa, todos los alumnos cursaban un grupo común de materias además de un Tema Selecto semestral, escogido conjuntamente por el tutor y el alumno, para proporcionarle una formación teórica sólida. Una vez inscrito al doctorado, el alumno se dedicaba exclusivamente a desarrollar su proyecto de tesis.

El Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Biomédicas de la Facultad de Medicina fue aprobado por el Consejo Universitario en 1973. En 1986 se autoriza el primer grupo de adecuaciones y los planes de estudio y las normas operativas vigentes provienen de las adecuaciones al Programa aprobadas por el Consejo Universitario en 1990.

Adicionalmente a los resultados satisfactorios descritos anteriormente, se había observado que el Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Biomédicas mostraba:

- Una escolarización excesiva y poca flexibilidad.
- Que la obligatoriedad de la maestría como antecedente del doctorado prolongaba innecesariamente el tiempo requerido para que el egresado realizara investigación original.

- La multiplicación innecesaria de esfuerzos y recursos.
- La participación informal de diversos grupos académicos.

<sup>4</sup> Cravioto A. (1996), "Primer Informe", Revista de la Facultad de Medicina, UNAM, núm. 40, suplemento 1.

### **1.3 Fundamentación del Programa**

#### **1.3.1 Demandas del contexto**

Actualmente el país requiere de doctores en el área de las ciencias biomédicas para fortalecer el desarrollo científico de áreas estratégicas en medicina básica y clínica, así como en el terreno de la industria relacionada.

#### **1.3.2 Estado actual y tendencias futuras de los campos de conocimiento que abarca el Programa**

Los hospitales, universidades y la industria han iniciado una intensa actividad de investigación que ha generado una demanda actual de egresados del Doctorado en Ciencias Biomédicas. La generación de nuevas dependencias de las Instituciones de Educación Superior como la UNAM o el CINVESTAV, ha generado la solicitud de un mayor número de doctores en esta área.

Las líneas de investigación que comprende este Programa son del dominio de la biomedicina y la biología. El ámbito de acción profesional del egresado corresponde a las instituciones de investigación y formación de recursos humanos en estas disciplinas, a las Instituciones de Educación Superior que cultivan estas áreas y a la industria del ramo biomédico.

#### **1.3.3 Situación de la docencia e investigación en los niveles institucional y de las entidades académicas participantes**

El Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas (PDCB) tiene como función fortalecer y ampliar la planta de investigadores que México requiere tanto en las Instituciones de Educación Superior como de la industria. Para alcanzar esta meta, el Programa fundamenta su fortaleza y desarrollo en la capacidad, compromiso y nivel académico de sus tutores, quienes han trabajado en el área de investigación biomédica desde hace varios años, manifiesta en las publicaciones internacionales que avalan su calidad, su pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores (96%; de los cuales el 61% son nivel II y III) y de su actividad docente por el número de alumnos graduados en diferentes niveles y programas de posgrado. La UNAM tiene como principales funciones la investigación, la docencia y la difusión, actividades que comparten las entidades que conforman el Programa.

Esto le ha permitido al PDCB tener como principal característica proporcionar una educación individualizada con un plan de trabajo específico para cada alumno en el que participan profesores del más alto nivel académico tanto de la UNAM como de otras Instituciones de Educación Superior del país, por lo que el Programa es de naturaleza eminentemente formativa, sin descuidar las actividades informativas necesarias para realizar investigación científica, lo que permite una sólida preparación académica. Es un plan de estudios de doctorado directo que no requiere de una maestría previa para ingresar, lo que permite incorporar inclusive alumnos que hayan finalizado el nivel de

licenciatura, contribuyendo así a la formación de investigadores jóvenes que les permite ser productivos a una edad temprana y tener una vida productiva mayor.

La actividad principal del alumno es la realización de un proyecto científico de investigación original de alta calidad académica, alrededor del cual se forma como investigador independiente. Debe desarrollar la mayor parte del proyecto en el laboratorio de su tutor principal, siendo su entorno cercano la propia comunidad científica de la entidad académica. Además existe una relación con las demás entidades participantes del Programa, así como con varias dependencias universitarias y extra-universitarias que contribuyen con su experiencia, profesionalismo y asesoría a la formación del alumno como investigador independiente.

Al graduarse el alumno:

- Poseerá conocimiento integral de los tópicos relacionados con su campo de investigación.
- Identificará y planteará preguntas significativas de investigación en su campo.
- Realizará investigación científica original.
- Desarrollará investigación en grupos multidisciplinarios.
- Actualizará sus conocimientos mediante la revisión crítica de la literatura especializada.
- Comunicará en forma oral y escrita los resultados e interpretación de la investigación científica que realice.
- Participará activamente en la formación de investigadores.

El sistema de enseñanza fomenta la participación académica y la autocrítica de los alumnos mediante la interacción continua entre ellos y los investigadores que funcionan como tutores académicos y que al mismo tiempo participan en la docencia del posgrado, garantizando los objetivos del Programa.

#### **1.4 Objetivo del Programa**

El Doctorado en Ciencias Biomédicas responde a la necesidad de fortalecer y ampliar la planta de investigadores existente en México. Su objetivo es la formación de investigadores capaces de realizar trabajo científico de alta calidad académica en biomedicina y biología.

#### **1.5 Procedimiento empleado en el diseño del Programa y de sus planes de estudio**

El Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas se basa en el espíritu universitario en conformidad con lo establecido en la Legislación, ya que su estructura contribuye a la inter y multidisciplinaria, así como a la conducción colegiada del Programa en la que participan varias entidades académicas de la UNAM, como son: el Centro de Ciencias Genómicas, la Facultad de Medicina, el Instituto de Ecología, el Instituto de Fisiología Celular, el Instituto de Investigaciones Biomédicas, el Instituto de Neurobiología y el Instituto de Química.

El Programa es el resultado de un proceso de análisis, discusión y reflexión colegiada entre los responsables y académicos de los programas de Maestría y Doctorado en Investigación Biomédica Básica y el Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Biomédicas. Ambos con objetivos y mecanismos académicos que permitieron elaborar una propuesta conjunta. Se incorporaron propuestas de amplia aceptación entre tutores y

alumnos para promover la formación expedita de investigadores del más alto nivel académico con el objetivo de que sus egresados fueran capaces de realizar trabajo científico original de manera independiente y al mismo tiempo de alta calidad académica en biomedicina y biología.

Como se mencionó, el PDCB responde a la necesidad de fortalecer y ampliar la planta de investigadores y docentes altamente capacitados existente en México, por lo que el perfil se definió en función de los objetivos y del desarrollo académico del egresado que incluye tener conocimientos de idioma inglés, demostrar en una reunión con el Subcomité de Admisión potencialidad para plantear problemas de investigación y diseñar estrategias para resolverlos con base en su propuesta de proyecto científico.

Desde su inicio en 1997, el PDCB visualizó la necesidad de elaborar un plan de estudios *ad hoc* para cada alumno, con su tutor dirigiendo y dos integrantes de Comité Tutor auxiliando y colaborando en el proyecto de investigación. Actualmente y de acuerdo con el RGEP de la UNAM, a cada alumno se le asigna un Comité Tutor que lo asesora, supervisa y evalúa en el desarrollo de su plan de trabajo y proyecto de investigación, el cual se reúne en pleno con el alumno por lo menos una vez cada semestre que esté inscrito. Dentro del Comité Tutor está el tutor principal, con quien el alumno mantiene una relación cotidiana. Los tutores son investigadores con experiencia que han mostrado capacidad para conducir y formar alumnos a nivel doctorado. En estas reuniones, el alumno presenta y discute con sus tutores el avance de su plan de trabajo y proyecto de investigación. La evaluación semestral toma en cuenta el avance del plan y proyecto, la capacidad del alumno para conducirlo y su desempeño en las actividades académicas complementarias, tomando en cuenta el informe escrito que presenta el alumno con antelación, lo que le permite desarrollar su capacidad para transmitir de manera escrita sus hallazgos.

Para alcanzar este objetivo, el aspirante debe mostrar que tiene los conocimientos, la capacidad y la vocación suficientes para incorporarse eficientemente a la investigación que le permitan responder exitosamente a las exigencias del Programa y convertirse en investigador independiente y productivo.

El Programa no considera la maestría como requisito de ingreso. Su estructura disminuye el tiempo requerido para alcanzar el doctorado, ya que se eliminaron los siguientes aspectos negativos: escolarización excesiva y poca flexibilidad académica, maestría como antecedente del doctorado, la multiplicación innecesaria de esfuerzos y recursos académicos y administrativos, la participación informal de diversos grupos académicos.

## **2 Plan de estudios del Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas**

### **2.1 Objetivo general del plan de estudios del Programa**

El Doctorado en Ciencias Biomédicas responde a la necesidad de fortalecer y ampliar la planta de investigadores existente en México. Su objetivo es la formación de investigadores capaces de realizar trabajo científico de alta calidad académica en biomedicina y biología.

### **2.2 Perfiles**

#### **2.2.1 Perfil de ingreso**

El alumno mostrará:

- a) Motivación para formarse en la investigación;
- b) Conocimientos básicos y capacidad crítica en el área escogida;

- c) Claridad de la presentación de su propuesta de proyecto de investigación y la coherencia de sus planteamientos;
- d) Conocimiento de las estrategias de investigación propuestas, y
- e) Una propuesta de proyecto de calidad y envergadura para constituir una tesis doctoral.

### **2.2.2 Perfiles intermedios**

Se considera como perfil intermedio la candidatura al grado de Doctor, para ello el alumno deberá mostrar:

- a) Capacidad crítica y propositiva para identificar y abordar problemas de investigación.

### **2.2.3 Perfil de egreso**

El egresado:

- a) Poseerá conocimiento integral relacionado con su campo de investigación;
- b) Identificará y planteará preguntas significativas de investigación en su campo;
- c) Realizará investigación científica;
- d) Tendrá capacidad para trabajar en grupos multidisciplinarios de investigación;
- e) Comunicará los resultados e interpretación de la investigación científica que realice, y
- f) Tendrá capacidad para participar en la formación de investigadores.

### **2.2.4 Perfil del graduado**

El graduado realizará investigación original e independiente, al mismo tiempo será líder en su área de trabajo, conformar grupos sólidos para la investigación científica, coadyuvará en la formación de recursos humanos a nivel de pre y posgrado, impulsará la ciencia mexicana en su sitio de trabajo y fortalecerá la academia del país. Su ámbito laboral incluye el sector salud, las instituciones de educación superior, las universidades particulares y en el sector privado.

## **2.3 Duración de los estudios**

El plan de trabajo que se debe desarrollar en el Doctorado en Ciencias Biomédicas se realizará en ocho semestres y abarcará el número de actividades académicas en las cuales esté inscrito el alumno y que se establezcan entre el alumno y tutor principal y con la aprobación de su Comité Tutor, para que primero lleve a cabo su proyecto de investigación y su formación académica.

Asimismo, el Comité Académico podrá autorizar la permanencia de un alumno de acuerdo a lo establecido en las normas operativas del Programa y en la normatividad vigente.

## **2.4 Estructura y organización del plan de estudios**

### **2.4.1 Descripción general de la estructura y organización académica del plan de estudios**

La estructura se basa en un Sistema de Tutoría de acuerdo a lo establecido en las normas operativas.

Las líneas de investigación que comprende el Programa y su plan de estudios son del dominio de la biomedicina y la biología, tales como: bioquímica, biofísica, biología molecular, biología celular, bioestructura, biotecnología, ecología, evolución, farmacología, fisiología, genética, inmunología, microbiología, neurociencias, patología, toxicología, y otras que surjan con el desarrollo del Programa y que acepte el Comité Académico.

El alumno desarrollara su proyecto de investigación en un laboratorio (preferentemente el de su tutor principal), y su entorno cercano es la propia comunidad científica de la entidad académica a la que está adscrito.

Mediante la interacción continua de los alumnos y los investigadores que funcionan como tutores, las actividades académicas propias del plan de estudios se concentran en los siguientes puntos:

- a) Trabajo de investigación.
- b) Actividades académicas.
- c) Sesiones de tutoría.

Los alumnos son evaluados semestralmente por su tutor principal y Comité Tutor, quienes emiten un acta con las críticas de los avances del proyecto de investigación, así como del aprovechamiento de la actividad académica realizada durante el semestre. Los alumnos deben presentar el examen de candidatura entre el tercero y cuarto semestre contados a partir de su primera inscripción, en donde se evalúan las capacidades, habilidades, conocimiento e independencia que lo conforman para lograr el objetivo de ser un investigador independiente. En caso de no aprobar el examen en primera oportunidad, los alumnos podrán realizar su examen de candidatura en segunda oportunidad, después de un año lectivo entre el quinto y sexto semestre, respectivamente.

El plazo para presentar la candidatura no se modifica, por lo que el alumno que solicite cambio de tutor principal deberá presentar este examen antes de concluir el tercero o cuarto semestre.

#### **2.4.2 Mecanismos de flexibilidad del plan de estudios**

Desde sus inicios, el PDCB ha buscado la multi e interdisciplinaridad, lo que ha permite tener entidades con diferentes proyección dentro de la investigación. Se abordan temas de una amplia gama de la biología y de la biomedicina, entre otras, como son: Bacteriología, Bioquímica, Bioinformática, Inmunología Biológica, Ciencias Biológicas, Biofísica, Biología Celular, Biología del Desarrollo, Endocrinología, Genética Humana y Animal, Química Farmacéutica, Medicinal, Microbiología, Biología Molecular, Neurociencias, Ciencias de la Nutrición, Parasitología, Patología, Farmacología, Fisiología y Toxicología, entre otras.

La formación del alumno se alcanza con la guía de su tutor principal y de su Comité Tutor, con quienes el alumno mantiene una relación cotidiana y de manera colegiada se reúne con el Comité en pleno para presentar y discutir el avance de su plan de trabajo y proyecto de investigación. Se procura que los comités tutores se integren con tutores de más de una entidad académica participante, inclusive se incorporen tutores acreditados de alguna institución externa cuando sea conveniente en la formación del alumno.

#### **2.4.3 Plan de trabajo de las actividades académicas**

- a) Trabajo de investigación

Consiste en la elaboración, propuesta y desarrollo de un proyecto de investigación desarrollado por el alumno. Para la realización de su trabajo de investigación, contará con un Comité Tutor que lo asesorará en los aspectos de elaboración y discusión de los enfoques y los resultados de la investigación. La tesis doctoral será desarrollada por el alumno dentro de esta actividad.

#### b) Actividades académicas

El alumno deberá cumplir satisfactoriamente con otras actividades académicas, las cuales ampliarán su formación académica. El alumno deberá realizar una actividad académica de este punto cada semestre que esté inscrito. Estas actividades serán propuestas conjuntamente entre el alumno y su tutor principal y avaladas por su Comité

Tutor. Asimismo, las características propias de las actividades deberán cumplir con lo establecido en las normas operativas.

En el caso de que un alumno permanezca en el doctorado por más de ocho semestres, el Comité Tutor podrá autorizar hasta dos semestres más de inscripción sin realizar actividades académicas, con el objeto de que se concentre totalmente en la terminación de su trabajo de investigación y en la presentación de su tesis doctoral.

Las actividades académicas descritas son cursos, tópicos selectos y actividades académicas complementarias *ad hoc* definidas de la siguiente manera:

- Los cursos son experiencias académicas de nivel avanzado, esencialmente informativas de los temas y métodos principales de investigación en un cierto campo que ayudan a situar al estudiante y su proyecto de investigación en el contexto amplio al que pertenece su trabajo. Ejemplos: cursos avanzados de bioquímica, neurofisiología, entre otros.

- Los tópicos selectos tienen por objeto la revisión y la discusión crítica de la frontera del conocimiento en un tema específico.

- Las actividades académicas complementarias *ad hoc* podrán ser registradas por una ocasión en donde la principal carga académica recae en el alumno. Estos cursos serán propuestos por el Comité Tutor aclarando los motivos, el tiempo y el beneficio de dicha actividad en el desempeño del alumno para que el Comité Académico tenga elementos de juicio para su aprobación. Esta actividad incluye las siguientes modalidades:

a) Participar en un curso de licenciatura o impartir clases en un curso o tópico selecto de posgrado.

b) Escribir una revisión crítica de la literatura sobre un tema específico, con la forma de un artículo y será evaluada por dos árbitros externos al Comité Tutor previamente designados, que emitirán la calificación de dicha actividad. Las revisiones bibliográficas serán aceptadas como actividades académicas siempre y cuando sean evaluadas por lo menos por dos árbitros (tutores del Programa) o presentando la carta de aceptación de un comité editorial.

c) Participar como responsable de un curso de licenciatura o impartir clases en un curso o tópico selecto de posgrado.

d) Los alumnos que realizan estancias de investigación en laboratorios del extranjero podrán permanecer hasta dos semestres dedicados a estas actividades con argumentos excepcionales que justifiquen la segunda estancia. El número máximo de semestres que podrán ser acreditados con actividades realizadas fuera del laboratorio del tutor principal es de dos. En este plan de estudios no se considera una actividad académica

complementaria la realización de una estancia en otro laboratorio ajeno al de su tutor que se encuentre a una distancia fácilmente accesible, con el objeto de realizar actividades (ejemplos: análisis de muestras en otros laboratorios, aprendizaje de técnicas necesarias para la elaboración de su proyecto, uso de infraestructura que no se encuentra en su laboratorio, otras similares) que son parte de su proyecto de investigación. Se considera una excepción a lo anterior, el hecho de que el laboratorio alterno se encuentre en el extranjero o en algún Estado de la República Mexicana, incluyendo las entidades de Juriquilla y Cuernavaca.

Las propuestas de los programas de las actividades académicas del plan de estudios del Programa deberán contener un mínimo de 40 horas totales, la bibliografía que se revisará, el método de evaluación, el beneficio en la formación del alumno y la forma en que éste participará.

Si un alumno desea realizar alguna actividad académica complementaria no considerada en el plan de estudios, podrá hacerlo a propuesta del Comité Tutor y con el visto bueno del Comité Académico. Las actividades académicas serán avaladas por el Comité Tutor con base en la documentación que pruebe la participación y desempeño del alumno en la actividad correspondiente.

El Comité Académico puede aprobar, o en su caso rechazar, las actividades académicas propuestas por los Comités tutores para sus alumnos.

#### c) Sesiones de tutoría

De acuerdo con RGEP de la UNAM y lo establecido en las normas operativas a cada alumno el Comité Académico le asignará un Comité Tutor conformado por lo menos por tres miembros uno de los cuales fungirá como tutor principal, el cual establece, junto con el alumno, el plan individual de actividades que esté seguirá, es decir, su plan de trabajo.

El Comité Tutor lo asesorará, supervisará y evaluará el desarrollo del plan de trabajo y proyecto de investigación del alumno. Asimismo, deberá reunirse en pleno con el alumno, por lo menos una vez cada semestre que esté inscrito. En estas reuniones, el estudiante presentará y discutirá con sus tutores el avance de su plan de trabajo y proyecto de investigación. La evaluación semestral tomará en cuenta el avance del proyecto, la capacidad del alumno para conducirlo y su desempeño en las actividades académicas. La evaluación semestral del alumno por parte del Comité Tutor será enviada al Comité Académico para su conocimiento y para decidir sobre la permanencia del alumno en el Programa.

## **2.5 Requisitos**

### **2.5.1 Requisitos de ingreso**

Para ingresar al este Programa se requiere tener estudios previos de licenciatura o de maestría afines al programa, de acuerdo al criterio del Comité Académico. Deberá presentar un examen de conocimientos generales, un examen de habilidades y el acta de la reunión previa con el comité tutor propuesto indicando haber evaluado al candidato y aceptando participar en su formación en caso de ser aceptado.

Además, se requiere:

- a) Ser propuesto por un tutor del Programa, quien evalúa los atributos y potencialidades del aspirante;
- b) Contar con una propuesta de proyecto de investigación de calidad;
- c) Ser recomendado por el subcomité de admisión, después de haber demostrado en una reunión con el mismo, potencial para plantear problemas de investigación y diseñar estrategias para resolverlos con base en su propuesta de proyecto de investigación, y
- d) Contar con la carta de aceptación expedida por el Comité Académico con base en la recomendación del jurado de admisión.

La recopilación e integración de la información referente al proceso de admisión y su entrega al Comité Académico para la decisión final, será responsabilidad del Coordinador del Programa. El Comité Académico emitirá las cartas de aceptación o rechazo correspondientes y el Coordinador informará los resultados a los interesados.

En este Programa, un aspirante rechazado sólo tendrá una segunda oportunidad para presentar nuevamente su solicitud de ingreso.

Para ingresar al Doctorado en Ciencias Biomédicas, el aspirante deberá sujetarse a los procedimientos y mecanismos de ingreso señalados en las normas operativas. Así como, cumplir con lo establecido en la convocatoria que emitirá el Comité Académico cada semestre.

### **2.5.2 Requisitos extracurriculares y prerrequisitos**

Para permanecer en el programa, el alumno deberá demostrar conocimiento del idioma inglés, mediante la aprobación del examen sobre temática biológica, elaborado y aplicado por el Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras de la UNAM y/o la constancia del examen TOEFL antes de que concluya el segundo semestre, de acuerdo a los criterios que establezca el Comité Académico.

### **2.5.3 Requisitos de permanencia**

a) Realizar y cumplir satisfactoriamente las actividades académicas que se establezcan en el plan de estudios y en su plan individual de actividades. En caso de que un alumno no acredite la misma actividad académica en dos ocasiones será dado de baja en los términos que se establece en las normas operativas de este Programa, en el RGEP y los LGFP.

b) Obtener de su tutor principal, de sus miembros del Comité Tutor y del Comité Académico una evaluación semestral favorable. En una evaluación desfavorable, el Comité Académico analizará el caso y podrá recomendar la permanencia del alumno con las condiciones que considere pertinentes. En caso de una segunda evaluación desfavorable, el alumno será dado de baja en los términos que se establece en las normas operativas de este Programa, en el RGEP y los LGFP.

c) Para inscribirse en el quinto semestre, el alumno deberá haber presentado el examen de candidatura. En caso de que no se cumpla este requisito, el Comité Académico determinará si el alumno puede permanecer en el plan de doctorado después de analizar las razones que éste presente. En caso de que un alumno no apruebe dicho examen en una segunda vuelta será dado de baja del plan de estudios de acuerdo con lo establecido en las normas operativas de este Programa, en el RGEP y los LGFP.

d) En casos debidamente justificados, el Comité Académico podrá otorgar al estudiante un plazo de hasta dos semestres consecutivos adicionales para la terminación del trabajo de investigación y obtener el grado; si aún así el alumno no se gradúa, el Comité Académico, en casos excepcionales, podrá otorgar una prórroga para que el alumno se gradúe. Lo anterior de conformidad con lo establecido en las normas operativas de este Programa, en el RGEP y los LGFP.

#### **2.5.4 Requisitos de egreso**

El alumno deberá haber cursado y acreditado todas las actividades académicas del plan de trabajo establecido con su tutor o tutores principales, avalado por el Comité Tutor, haber obtenido la candidatura al grado de Doctor y haber concluido el proyecto de investigación.

#### **2.5.5 Requisitos para obtener la candidatura para el grado de Doctor**

Se considera que un alumno es candidato al grado de doctor cuando demuestre tener una sólida formación académica y capacidad para la investigación. El procedimiento y el plazo para obtener la candidatura se definen en las Normas Operativas del Programa. Cuando la evaluación para la candidatura al grado resulte negativa, el Comité Académico podrá autorizar una segunda y última evaluación, la que deberá realizarse en un plazo no mayor a un año. En caso de una segunda evaluación negativa, el alumno será dado de baja del plan de estudios.

#### **2.5.6 Requisitos para obtener el grado**

Para obtener el grado de Doctor, el alumno deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Haber obtenido la candidatura al grado de Doctor.
- Haber cubierto satisfactoriamente los requisitos de permanencia.
- Haber publicado como primer autor al menos un artículo en una revista de circulación internacional que incluya parte sustancial de los resultados de su proyecto de investigación y motivo de la tesis.
- Aprobar el examen de grado en el cual defenderá la tesis doctoral, según lo que se estipula en las Normas Operativas del Programa y por la normatividad vigente.

#### **2.6 Certificado complementario**

Este certificado contiene una descripción de la naturaleza, nivel, contexto, contenido y estatus de los estudios de posgrado concluidos por el alumno, facilitando el reconocimiento académico y profesional. Lo expedirá la Coordinación de Estudios de Posgrado a petición del interesado.

### **3. Implantación del Programa y su plan de estudios**

#### **3.1 Criterios para la implantación**

La UNAM mantiene programas de superación académica en donde los tutores del Programa participan. Además, los profesores e investigadores mantienen lazos de colaboración con Universidades de reconocido prestigio en donde realizan estancias cortas o sabáticas. Este proceso de superación es constante y no tiene tiempos definidos. Los directores de las entidades académicas participantes designarán a un responsable de los estudios de posgrado que cumpla con los requisitos para ser tutor acreditado del programa. A su vez, la entidad proporciona un asistente de procesos que, entre otras actividades, transcribe los acuerdos del Comité Académico relacionados con los alumnos y tutores de su entidad, captura la información sobre los casos que se presentan ante el Comité Académico y sirve de enlace entre el responsable y los académicos y alumnos. El personal se capacita constantemente en reuniones colegiadas para permitir que el Programa logre avanzar de manera coordinada.

El Programa se fundamenta en el Comité Académico que es la máxima autoridad y delega la ejecución de los aspectos académicos y administrativos al Coordinador del Programa, de acuerdo a las Normas Operativas.

### **3.2 Recursos humanos**

El PDCB establece en que cada entidad participante debe tener al menos 8 investigadores activos de calidad excepcional y que en su conjunto conforman el núcleo académico básico. Actualmente, el PDCB tiene más de 500 tutores en las 7 entidades académicas que lo conforman. Actualmente el Programa cuenta con 400 tutores de tiempo exclusivo de la UNAM y 180 de tiempo parcial de instituciones externas. Esto permite que el PDCB cuente con un número adecuado de académicos en cada área de conocimiento en la que se inscribe el Programa, de acuerdo a los lineamientos de la UNAM y que garantiza se cumplan los objetivos del Doctorado y al mismo tiempo favorece y fortalece las actividades interdisciplinarias.

La UNAM tiene mecanismos establecidos de evaluación del desempeño académico ampliamente conocidos por sus académicos. Anualmente, los profesores e investigadores presentan un informe de labores y un plan de trabajo, los cuales son evaluados por cuerpos colegiados. Además, existen otros instrumentos de evaluación, como el Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo que tiene como finalidad reconocer la labor de los académicos de tiempo completo que hayan realizado sus actividades de manera sobresaliente, en donde se toma en consideración la opinión de los alumnos. En el rubro de superación académica del personal académico, la UNAM cuenta con los siguientes programas institucionales: Programa de Apoyos para la Superación del Personal Académico, que otorga apoyos especiales para concluir algún posgrado o realizar estancias sabáticas y de investigación en instituciones mexicanas o extranjeras. Las entidades académicas, con base en las necesidades de superación expresadas en su plan de desarrollo. Programa de Formación e Incorporación de Profesores de Carrera en Facultades y Escuelas para el

Fortalecimiento de la Investigación, que promueve estancias posdoctorales en instituciones de educación superior y/o investigación de alta calidad. Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza, que estimula y respalda el mejoramiento de la enseñanza al innovar el quehacer docente. El Programa de Becas Posdoctorales fortalece la formación de recursos humanos de alto nivel apoyando a recién doctorados en alguna institución para que desarrollen un proyecto de investigación o de docencia en la UNAM. El producto de estos programas redundará directamente en la calidad y actualización del PDCB.

El reconocimiento dentro y fuera de la UNAM a académicos del PDCB con distinciones como el SNI, es una forma de evaluación del desempeño y calidad de los tutores. Actualmente, el 96% de los tutores del Programa pertenecen al SNI, de los cuales el 65% son Nivel II y III.

Más del 80% tienen el grado de doctor y el promedio de sus publicaciones es de 1.2 por año. El factor de impacto en donde publican sus alumnos del Programa es de aproximadamente 3.8, comparado con la media nacional de 3.0.

La Coordinación cuenta con 5 personas de apoyo que son una secretaria técnica, tres asistentes de procesos y una secretaria que atienden de manera personal a los más de 500 tutores de todas las entidades y a los 533 alumnos del Programa, que junto con las auxiliares y responsables de estudios de posgrado de cada entidad participante permiten que el Programa funcione adecuadamente.

En el PDCB participan institutos y la Facultad de Medicina, por lo que la planta académica está compuesta por profesores e investigadores. Por otro lado, el Comité Académico decidió aceptar como tutores a personal carrera con categoría de asociado C como nivel mínimo.

El resumen de la planta académica, con la que cuenta el Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas, referente a la cantidad por categoría y nivel, así como el nivel de estudios y tipos de estímulos se presenta a continuación:

## DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS

### PLANTA ACADÉMICA TUTORES INTERNOS

#### NIVEL DE SNI

	<b>S/SNI</b>	<b>C</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>E</b>
<b>TÉCNICO ACADÉMICO</b>	0	0	1	0	0	0
<b>INVESTIGADOR ASOCIADO "C" TC</b>	4	1	11	2	2	0
<b>INVESTIGADOR TITULAR "A" TC</b>	1	0	69	10	0	0
<b>INVESTIGADOR TITULAR "B" TC</b>	0	0	38	36	2	0
<b>INVESTIGADOR TITULAR "C" TC</b>	1	0	16	53	43	2
<b>INVESTIGADOR TITULAR "C" TC EMÉRITO</b>	0	0	0	0	8	7
<b>PROFESOR DE CARRERA ASOCIADO "B" TC</b>	0	0	2	1	0	0
<b>PROFESOR DE CARRERA</b>	1	0	11	0	0	0

ASOCIADO "C" TC							
PROFESOR DE CARRERA TITULAR "A" TC	1	0	8	4	0	0	0
PROFESOR DE CARRERA TITULAR "B" TC	0	0	12	3	2	0	0
PROFESOR DE CARRERA TITULAR "C" TC	1	0	11	18	11	0	0
PROFESOR EMÉRITO	0	0	0	0	1	2	2

### 3.3 Infraestructura y recursos materiales

La infraestructura disponible para los alumnos del PDCB es adecuada, actualizada y consolidada como la más importante del país en su tipo. Todos los tutores del Programa tienen acceso a la infraestructura de la UNAM y cuando es necesario, las entidades formalizan el uso de espacios y equipo a través de acuerdos con las entidades participantes en el PDCB o con otras entidades o dependencias de la UNAM. En su conjunto, la UNAM cuenta con suficientes salones y equipo audiovisual para impartir clases. Cada entidad académica tiene espacios definidos para el desempeño de las actividades académicas y de investigación y que se usan por los alumnos inscritos al Programa. De hecho, los alumnos se trasladan entre las diferentes entidades para cubrir sus actividades académicas complementarias, favoreciendo que conozcan los entornos de las sedes que conforman el Programa. Con los recursos económicos que destina la UNAM a la Coordinación del PDCB a través del PAEP, se compró un sistema multipunto para videoconferencias que permite la conexión con cualquier equipo conectado vía Internet y con múltiples usuarios de manera simultánea. Esto es relevante, ya que en varias ocasiones los exámenes de admisión con aspirantes del extranjero se han realizado por este medio. De igual manera, se ha usado la videoconferencia para exámenes de candidatura al grado de Doctor, exámenes tutorales con entidades académicas que están fuera del D.F., entre otras. A través de la Coordinación del PDCB, la UNAM destina recursos económicos para equipar las aulas de las entidades académicas, previa solicitud de requerimientos. Para el desarrollo de los proyectos de investigación, cada tutor cuenta con un laboratorio equipado de acuerdo a las necesidades de su actividad científica, además de una oficina propia con computadora y en algunos casos con laboratorios auxiliares exclusivos para uso del personal adscrito con el tutor. También es frecuente tener áreas comunes que permiten el uso de equipo especializado y a la vez proporciona funcionalidad y aprovechamiento de los sitios de trabajo. Dentro de estas instalaciones, principalmente en los laboratorios, los tutores cuentan con espacio para albergar a los alumnos, incluyendo escritorio y mesa de trabajo, al cual tienen acceso ilimitado y sin restricciones.

En el PDCB participan siete entidades académicas de la UNAM, las cuales proporcionan los requerimientos de infraestructura, de servicios, de recursos humanos y presupuesto

para el buen funcionamiento del Programa. Todos los laboratorios y bibliotecas cuentan con una estructura académica y administrativa con personal capacitado que garantizan su funcionamiento a niveles óptimos y supervisan las actividades a las que los alumnos tienen acceso. La UNAM mantiene la vigilancia de las instalaciones y su seguridad a través de la administración central con personal asignado para tal efecto. Además, las normas de operación y seguridad para los laboratorios las establece la Comisión de Bioseguridad a nivel institucional y a nivel local cada dependencia o entidad se responsabiliza de la supervisión e implementación de dichas normas a través de personal especializado que verifica su aplicación. En este contexto, las instalaciones, su mantenimiento y la asignación de personal calificado, cubren de manera general los requisitos para el desarrollo de las actividades científicas y académicas de los alumnos inscritos al PDCB y de los tutores. La administración central de la UNAM, así como cada entidad, dependencia, son responsables y garantizan el eficiente abastecimiento, conservación, custodia y suministro del material necesario para las funciones de investigación y docencia.

La UNAM tiene convenios con varias instituciones educativas del país en términos de acervos bibliográficos. Así, la Biblioteca Digital tiene disponibles más de 56,000 recursos electrónicos como bases de datos especializadas, revistas y libros electrónicos, tesis digitales, entre otros. Además de los catálogos, se dispone de las bases de datos CLASE y PERIODICA, con referencias de artículos de revistas académicas de América Latina y el Caribe. Asimismo se incorpora información adicional sobre servicios y productos, actividades y eventos académicos, entre otros. La biblioteca científica SciELO-México es una biblioteca electrónica que incluye una colección seleccionada de revistas científicas mexicanas. SciELO es un proyecto de carácter regional desarrollado en México por la Dirección General de Bibliotecas (DGB-UNAM), la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA-UNAM) y el Centro de Información para Decisiones en Salud Pública (CENIDSP) del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). Desde 2006, SciELO-México cuenta con el apoyo del Macroproyecto: Tecnologías para la Universidad de la Información y la Computación de la UNAM (<http://www.mtuic.unam.mx>). El proyecto SciELO es una iniciativa de FAPESP (Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo y de BIREME (Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud), que contempla el desarrollo de una metodología común para la preparación, almacenamiento, disseminación y evaluación de la literatura científica en formato electrónico. En la actualidad participan Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, España, Venezuela, y SciELO Salud Pública, e iniciativas en desarrollo de otros cinco países: Costa Rica, México, Perú, Portugal, y Uruguay. A través del portal [www.SciELO.org](http://www.SciELO.org), que integra y provee acceso a la red de sitios SciELO, se pueden realizar búsquedas en las colecciones de SciELO existentes o a nivel de un país en particular. Adicionalmente, la Dirección General de Computo Académico de la UNAM ha puesto en marcha un proyecto para dotar a todo alumno y tutor del posgrado de un dispositivo para poder acceder a las bases bibliográficas digitales de la UNAM desde cualquier computadora a través de Internet y no sólo a través de las instaladas en la institución. El dispositivo permite al alumno igualmente realizar trámites administrativos y escolares por esa vía, agilizando los trámites administrativos del Programa. Finalmente, cada entidad académica determina las revistas y libros electrónicos que desea adquirir en función de sus actividades de investigación. Una vez que se compran las licencias, el material queda a disposición de la comunidad universitaria, a la que pertenecen los tutores y alumnos del PDCB.

Los tutores cuentan con equipo de cómputo actualizado y funcional conectado a las redes de información nacional e internacional vía Internet que cubren ampliamente las necesidades de los alumnos y tutores. Recientemente se instaló en Ciudad Universitaria

la Red Inalámbrica Universitaria que da cobertura en los espacios abiertos que frecuentan los alumnos y en donde se pueden conectar a los servicios electrónicos que ofrece la UNAM. El PDCB cuenta con el apoyo de la UNAM a nivel de la administración central y de las entidades académicas para mantener las redes de información actualizada y disponible para su personal y estudiantes, las 24 horas del día durante todo el año. En este sentido, la administración central contrata servicios para mantener actualizado los equipos y bienes que son indispensables para el desarrollo de las actividades científicas y académicas. La Coordinación del PDCB ha mantenido la vigencia de las licencias de los programas de cómputo que se requieren para sus funciones. En el caso de los tutores del Programa, cada entidad se encarga de la compra, mantenimiento y vigencias de las licencias del software que particularmente se instalan en sus equipos. Los laboratorios que manejan material radiactivo, son certificados ante la Comisión Nacional de Seguridad Radiológica y Salvaguardas del Gobierno Federal, quienes expiden las licencias correspondientes con periodos de dos años, los cuales se renuevan después de las auditorías correspondientes. Cada entidad académica mantiene la infraestructura administrativa que da seguimiento a estas certificaciones en coordinación con los laboratorios que hacen uso de este tipo de material.

#### **4. Evaluación del Programa y sus planes de estudio**

##### **4.1 Condiciones nacionales e internacionales que inciden en el Programa y sus planes de estudio**

El PDCB se fundamenta en una estructura académica colegiada que se emplea en la mayoría de las universidades de reconocido prestigio.

El objetivo del Doctorado en Ciencias Biomédicas (PDCB) es formar investigadores capaces de realizar trabajo científico de alta calidad en el área de las ciencias biomédicas orientado a la solución de problemas de salud de interés nacional e internacional. En este sentido, la mayoría de los proyectos de investigación en los que trabajan los alumnos, les permiten adquirir las habilidades y destrezas que contribuyen, junto con los valores éticos, a la contribución en mejoras para la poblacional nacional e internacional. Su formación los capacita para incorporarse en las diferentes áreas del conocimiento biomédicos tanto a nivel nacional como internacional.

##### **4.2 Análisis de la pertinencia del perfil de ingreso**

El proceso de admisión al PDCB es el mecanismo por el cual ingresan los alumnos que se formarán como científicos. Debido a la heterogeneidad de las líneas de investigación de los tutores, el Comité Académico ha conformado los Subcomités de Admisión con 7 tutores acreditados que tienen la responsabilidad de realizar una entrevista con el aspirante para evaluar, con base en la presentación de su anteproyecto de investigación, su potencialidad para plantear problemas de investigación y diseñar estrategias para resolverlos, su actitud de independencia, iniciativa y capacidad para convertirse en un investigador, así como su autocrítica, motivación y desempeño académico en sus estudios anteriores. Se consideran los conocimientos básicos previos del alumno, del lenguaje científico y de la literatura del área que ha elegido para trabajar.

Previa a la entrevista con el Subcomité de Admisión, el aspirante presenta una propuesta de proyecto de investigación al Comité Tutor propuesto, quien lo evalúa conforme a los criterios establecidos en el PDCB y emite un dictamen. Además de la entrevista, el aspirante debe tener estudios que a juicio del Comité Académico sean suficientes y afines

al PDCB y aprobar un examen de comprensión de lectura de la lengua inglesa expedida por el CELE de la UNAM.

El Comité Académico, a través de la Dirección General de Orientación Vocacional aplica un cuestionario para evaluar las aptitudes de los aspirantes (Manual de Evaluación Psicológica, MEPSi) para tener información sobre sus características personales y de su desempeño. Para fortalecer al proceso de selección, los resultados del MEPSi se incluyen como parte de los expedientes que se entregan a los Subcomités de Admisión antes de la entrevista, aunque por el momento, el MEPSi no tiene carácter de definición sobre el ingreso.

#### **4.3 Desarrollo de los campos disciplinarios y la emergencia de nuevos conocimientos relacionados**

El Comité Académico, a propuesta de las entidades académicas, determina la conveniencia de incorporar líneas de investigación emergentes del conocimiento con el propósito de generar nuevos proyectos de investigación y a la vez mantener y actualizar los ya existentes en el PDCB e incrementar la multi e interdisciplinaridad. Los directores de las entidades académicas del posgrado, miembros del Comité Académico, proporcionan los recursos financieros para que estas nuevas líneas de investigación se desarrollen eficientemente. Esta estrategia coordinada de actualización y apoyos a los proyectos de investigación, ha permitido la generación de información que contribuye al conocimiento universal, siendo en múltiples ocasiones generación de conocimiento de frontera, como lo avala el que varios de los tutores son reconocidos como líderes mundiales en sus áreas de investigación y a quienes se les han otorgado títulos honoríficos o apoyos económicos por su obra científica. En general, los proyectos son productivos, generan conocimiento, el cual se mide como el número de publicaciones científicas en revistas internacionales, las citas a sus trabajos por colegas nacionales e internacionales, así como por el factor de impacto de las revistas en donde publican sus resultados. Es precisamente a estos proyectos productivos en donde se incorporan los alumnos del PDCB, de ahí que la selección de tutores se base en criterios de alta exigencia. De igual manera, durante la evaluación de ingreso de los alumnos, los tutores del Subcomité de Admisión determinan la viabilidad del anteproyecto, su calidad y trascendencia en la generación de conocimiento. Para asegurar que los alumnos cumplan con este requisito, deberá publicar los resultados del proyecto de investigación en una revista científica internacional, en donde el alumno debe aparecer como primer autor en reconocimiento a su esfuerzo en la generación del conocimiento y a su capacidad en la conducción del proyecto.

Los proyectos de investigación son acordes a los contenidos de las revistas internacionales de mayor prestigio, en donde los tutores publican sus resultados y que les han permitido un reconocimiento internacional. Con regularidad se incorporan nuevas técnicas para el progreso de la ciencia acordes al ritmo internacional; un ejemplo es la unidad de microarreglos del Instituto de Fisiología Celular. Igualmente, se incorporan temas de actualidad, como el análisis del genoma de algunas especies, tanto de microorganismos, animales y vegetales que le han dado a la UNAM reconocimiento internacional.

#### **4.4 Evaluación de los fundamentos teóricos y orientación del Programa y de su plan de estudios**

El PDCB tiene una orientación eminentemente formativa, flexible y personalizada, basada en un sistema de tutoría que supervisa a los alumnos con énfasis en el desarrollo de un proyecto de investigación original, característica de los programas precedentes y que contribuyen a la solución de problemas tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

La diferencia fundamental de este Programa con otros de la UNAM o de los estados de la República es que es un doctorado directo que no considera necesario el grado de maestría como antecedente, disminuyendo el tiempo requerido para alcanzar el doctorado, ya que conseguir la maestría resta continuidad al avance de los alumnos con una clara capacidad para convertirse en investigadores. Además, la incorporación directa y temprana al nivel de doctorado, permite captar a los alumnos con una clara vocación hacia el quehacer científico. Se trata pues, de un posgrado dirigido hacia la formación de investigadores capaces de realizar trabajo científico original y de alta calidad académica en biomedicina y biología.

El Doctorado en Ciencias Biomédicas comparte con otros programas un Comité Académico que es responsable de formular y conducir el PDCB, el cual está conformado por los representantes de los tutores y de los alumnos, las autoridades y representantes académicos de las entidades participantes, garantizando que los objetivos, metas y plan de estudios del Programa tengan un respaldo institucional coherente y congruente con las líneas de investigación del conocimiento que se cultivan en sus respectivas dependencias y que son motivo del PDCB, ya que son estas líneas y proyectos de investigación de las entidades las que permiten cubrir los objetivos académicos y la formación de los alumnos del Doctorado. También comparte el tiempo de graduación que marca el RGEF, logrando graduar a un 40% de los alumnos en 4.7 años en promedio, mientras que en los EEUU el promedio es de 8 años.

La naturaleza científica del PDCB lleva necesariamente a la generación del conocimiento y las áreas del Doctorado son identificadas por los alumnos a través de la página de Internet del Programa, de las entidades participantes o por otros medios. Los proyectos que desarrollan los alumnos son el motivo de su aprendizaje y sobre las características del proyecto se basan sus actividades académicas. En este sentido, la totalidad de los tutores son investigadores de tiempo completo dentro o fuera de la UNAM, permitiendo que los alumnos, al participar en proyectos de investigación productivos afines a las líneas en las que sus tutores son responsables, adquieran experiencia, autocrítica, contribuyendo en el desarrollo de nuevos conocimientos a través de trabajo y relación cotidiana con su tutor, consolidando la formación del alumno como un futuro investigador independiente. Los tutores acreditados han mostrado evidencia de su capacidad para conducir investigación de excelencia y en la formación de investigadores independientes, lo que garantiza el éxito con los alumnos asesorados. Además, en la evaluación de ingreso de los posibles tutores, el Comité Académico considera que sus líneas de investigación sean afines al Programa. La integración del Comité Tutor con investigadores expertos y de diferentes entidades, permite que los alumnos se relacionen con otros grupos de investigación y puedan interrelacionarse y enriquecer sus proyectos de investigación al tener una visión multidisciplinaria y aplicando el conocimiento de dichos grupos; así, las líneas y proyectos de investigación no se cultivan en un contexto endogámico, sino que permiten enriquecer un proyecto viable y científicamente relevante en su área del conocimiento. El Comité Académico determina la conveniencia de incorporar nuevas líneas de investigación al Programa. Recientemente se abrieron las áreas de genómicas y proteómica.

Desde sus inicios, el PDCB ha sido calificado por el CONACYT como nivel internacional y por el momento no cuenta con otra institución a nivel nacional o internacional que lo evalúe.

Para los proyectos de investigación se cuenta con la infraestructura necesaria que está disponible para los alumnos que les permite establecer mecanismos de movilidad, tanto a nivel interno entre las entidades del Programa como a nivel externo, que involucra a instituciones nacionales y extranjeras. En este sentido, la UNAM, a través del Programa PAEP y las entidades, a través de donativos intra y extra institucionales, proporcionan los recursos humanos, los servicios y el presupuesto para la movilidad y el buen funcionamiento del Programa.

#### **4.5 Análisis de las características del perfil del graduado del Programa**

Para obtener el grado de Doctor es requisito haber publicado un artículo científico en una revista internacional con comité editorial que evalúa externamente la calidad del trabajo y en donde el alumno es el primer autor. El alumno es quien deberá escribir el artículo, demostrando su capacidad para transmitir el conocimiento que generó, que maneja la información y que puede integrarla en el contexto de su área. Es común que los revisores consideren que para aceptar la publicación, la información contenida se debe complementar con datos nuevos, lo que obliga al estudiante a realizar nuevos experimentos para contestar a los revisores. Estos requisitos se ven incluso con buenos ojos cuando el Factor de Impacto es elevado, sabiendo de antemano que la publicación en dicha revista avalará la excelencia de los resultados y los ubicará en la frontera del conocimiento. Este proceso puede durar varios meses o inclusive hasta más de un año. Estas actividades proporcionan al alumno una formación sólida como investigador que hace coherente los perfiles de ingreso, intermedio, de egreso y del graduado, ya que lo capacitan para incorporarse eficientemente al mercado laboral.

#### **4.6 Ubicación de los graduados en el mercado laboral**

El ámbito de acción profesional del egresado corresponde a las instituciones de investigación y formación de recursos humanos en estas disciplinas, así como en la industria que requiera de investigación y desarrollo en orientaciones afines al Programa. Desde hace dos años, el PDCB hace el seguimiento de los alumnos graduados (vía telefónica, correo electrónico, entre otros). Los resultados muestran que el 99% se inserta en la investigación y/o docencia en instituciones de educación superior tanto a nivel nacional como internacional, lo que indica que los objetivos del Programa se cumplen satisfactoriamente y al mismo tiempo la información permite mejorar la estructura del Programa. A nivel institucional, hay varios programas que permiten conocer el destino laboral de algunos de sus egresados (Tesisgrado, entre otros).

Los egresados están preparados para abordar los cambios que se dan en la ciencia, ya que durante su formación se capacitan para hacer frente a los nuevos desarrollos tecnológicos y emplearlos como estrategia experimental para la solución de problemas científicos.

Líneas de investigación en que trabajan los alumnos son actuales y están preparados para encabezar grupos de investigación, como lo muestra la ubicación y responsabilidades que tienen en sus diferentes instituciones de trabajo.

Finalmente, no es posible definir si los alumnos graduados dan cobertura a las necesidades en el ámbito nacional, ya que aunque hay demanda las contrataciones en las instituciones de educación superior están limitadas por problemas presupuestales.

#### **4.7 Congruencia de los componentes de los planes de estudio del Programa**

La relación académica más importante es sin duda el tutor principal y la participación del Comité Tutor, figuras fundamentales en el desarrollo de la formación académica del alumno, siendo su relación con el tutor principal central y determinante. De manera ideal, el alumno concibe, define y lleva a cabo su proyecto de investigación de la manera más independiente que pueda, buscando resolver por sí mismo los problemas que surjan. Esta independencia no se logra, si no está apoyado por su tutor principal, quien a través del diálogo frecuente, ofrece retroalimentación, sugiere ideas y actividades nuevas, señala errores de procedimiento e interpretación, fomenta la autocrítica y en general vigila que el alumno esté progresando hacia la autonomía que requiere un investigador independiente. Después del tutor principal, el Comité Tutor constituye una característica distintiva en este Programa y cuya participación es fundamental. Las reuniones con el Comité Tutor ayudan a tener un ambiente de intercambio académico que enriquece tanto a los Tutores principales, como a los alumnos de la comunidad en el entorno del posgrado, no tan solo por la discusión de ideas, sino que en algunos casos proporcionan apoyo técnico.

El Comité Académico realiza la evaluación de sus tutores a través de la Dirección General de Evaluación Educativa (DGEE) de la UNAM. Cada fin de semestre se aplica un cuestionario a los alumnos para conocer la opinión sobre su tutor y el resultado de la evaluación solo se entrega a solicitud del tutor. En una revisión general de las encuestas, en donde las opciones son nunca, casi nunca, algunas veces, frecuentemente y siempre, la mayoría de alumnos contesta que su tutor siempre contribuye a su formación doctoral, supervisa el avance de su proyecto de investigación, muestra flexibilidad, estimula su creatividad, es claro cuando da explicaciones sobre el proyecto, proporciona los apoyos (infraestructura y materiales) para desarrollar el trabajo de investigación, cumple los compromisos que establece en la tutoría, maneja información de frontera en su área de investigación, actúa con ética en su actividad de tutoría da libertad para expresar las ideas acerca de la investigación, corrige en forma precisa cuando plantean conceptos erróneos, impulsa a ser independiente en el trabajo de investigación, estimula para que interactúe con otros investigadores y grupos de trabajo. Por otra parte, la UNAM elabora anualmente un cuestionario de Opinión por Área y por Programa, cuyos resultados se incluyen en la página electrónica de la Coordinación de Estudios de Posgrado. Entre otros, se evalúan los siguientes aspectos relativos a la tutoría: interés de los tutores en apoyar la formación académica; asesoría recibida del tutor; apoyo del tutor en la elaboración de la tesis; asesoría prestada por los miembros del Comité Tutor. Los resultados del cuestionario anual se utilizan para dar seguimiento al desempeño de alumnos y tutores y para mejorar el funcionamiento de la tutoría, y al mismo tiempo se someten a la consideración del Comité Académico.

Para obtener el grado de Doctor en el PDCB, el alumno debe hacer la defensa oral de su tesis, producto del trabajo realizado en su proyecto de investigación, ante un jurado constituido por 5 tutores especialistas del área en que trabajó el alumno. Previamente, el alumno presenta el examen de Candidatura al Grado de Doctor en el transcurso del semestre tercero o cuarto, contados a partir de su primera inscripción al doctorado. Después de obtener la Candidatura a Doctor, el alumno continúa desarrollando su plan de trabajo hasta concluir el proyecto de investigación que le permita presentar su tesis doctoral acompañado del o los artículos publicados en revistas de circulación internacional, producto de sus resultados del proyecto de tesis, en donde el alumno aparece como primer autor. La institución garantiza la gestión eficiente de este Programa por las actas de las evaluaciones tutoría, en donde se plasma la opinión del tutor principal y del Comité Tutor sobre las dos actividades fundamentales del alumno: el avance de su proyecto de investigación y las actas de las actividades complementarias. Al cumplir con

los requisitos de permanencia, el alumno pasa a la fase de proceso de graduación, en donde debe mostrar que el contenido sustancial de la tesis haya sido aceptado para su publicación en una revista que a criterio del Comité Académico sea de prestigio internacional, en el cual el candidato a doctor aparece como primer autor. El PDCB solo tiene como opción al grado la disertación oral de una tesis. Esta opción es satisfactoria porque cumple con los requisitos mínimos que permiten identificar en el alumno su formación como un investigador independiente y al mismo tiempo es el mecanismo universal que emplean varias universidades con el mayor prestigio internacional para sus alumnos que hacen investigación. Esto permite que los egresados del PDCB tengan reconocimiento tanto a nivel nacional como internacional.

El plan de estudios de este Programa es flexible y permite a los tutores elegir la mejor opción para que los alumnos realicen estancias de investigación o cursos en Instituciones de Educación Superior nacionales o internacionales. Debido a que los tutores mantienen relaciones académicas con investigadores de distintas universidades del país y del extranjero, los alumnos pueden llevar a cabo estancias de investigación que son registradas como actividades complementarias y que a la vez contribuyen a lo que finalmente será su tesis doctoral. La UNAM a través del PAEP otorga al PDCB un presupuesto anual que se usa en su mayoría para apoyar las diversas actividades que solicitan los alumnos a través de la Convocatoria Anual de Apoyos. Los alumnos gestionan la aceptación y desarrollo del plan de actividades a realizar ante la universidad receptora; el PDCB por su parte gestiona el apoyo económico y su registro académico ante al DGAE. De igual forma, los alumnos pueden solicitar apoyos adicionales tanto en el Programa de Movilidad Internacional de Estudiantes y el Programa de Becas Mixtas del CONACYT. La mayoría de las actividades de los alumnos se programan en función del aprendizaje de técnicas, manejo instrumental específico, desarrollo de subtemas relacionados con el proyecto, conocimiento y entrenamiento de nuevos desarrollos tecnológicos, formación académica a través de cursos y coloquios con investigadores y personal altamente calificado de los laboratorios a donde asisten, entre otras actividades. El Comité Académico exige al alumno un informe final de su estancia, la cual también se evalúa por el investigador-profesor con quien realizó la actividad complementaria. Es necesario resaltar que el catálogo de universidades e institutos es amplio y de varias disciplinas del conocimiento, y aunque no hay convenios formales con cada institución, existe el compromiso académico de colaboración con los investigadores acreditados como tutores en este PDCB, como se puede constatar con las más de 50 universidades a donde regularmente viajan los alumnos de este Programa. También se consideran dentro de la movilidad la asistencia a congresos, talleres y cursos que implican el desplazamiento a sitios fuera del D.F.; para estos eventos el PDCB proporciona financiamiento a los alumnos. En este contexto, la movilidad de los alumnos es superior al 95%. Las estancias académicas han permitido a los alumnos fortalecer sus conocimientos, actualizarse en su línea de trabajo, compartir sus conocimientos con investigadores y/o alumnos en laboratorios del más alto prestigio a nivel mundial y desempeñarse ante una comunidad científica diferente a la del PDCB, lo que le permite tener una visión diferente y complementaria en su formación como investigador. Es importante mencionar que algunos de estos alumnos realizan posteriormente su estancia posdoctoral en estas mismas universidades, los que significa que la relación académica permite estrechar lazos de colaboración científica que benefician a las universidades y a los egresados del PDCB.

#### **4.8 Valoración de la programación y operación de las actividades académicas**

El PDCB funciona con un responsable de estudios de posgrado en cada entidad participante, quien interactúa constantemente con los tutores y alumnos, permitiéndole conocer directamente sobre los problemas académicos y/o administrativos que les aquejan, con la capacidad de tomar medidas correctivas. Al mismo tiempo certifica que se cumplan los compromisos de académicos de la entidad. Los casos que requieren de una supervisión o atención de mayor nivel, se presentan al Comité Académico para que éste decida sobre los problemas.

Todas las actividades académicas sobre cursos, temas selectos, entre otras, se presentan por las entidades del Programa ante el Comité Académico, quien evalúa su pertinencia y al mismo tiempo da seguimiento de que los temarios sean cubiertos al realizar una evaluación al final de cada semestre.

La comunicación entre los miembros del Comité Académico es constante y los problemas que se presentan relativos a la movilidad, por ejemplo, se resuelven con el apoyo del personal de la Coordinación del Programa en Ciencias Biomédicas y cuando es necesario de la Coordinación de Estudios de Posgrado de la UNAM.

#### **4.9 Ponderación de las experiencias obtenidas durante la implantación del Programa y su plan de estudios**

En general, la UNAM mantiene como política que los cuerpos colegiados sean los que decidan sobre los rubros que se abordarán en este apartado, dejando las decisiones en la experiencia del personal académico.

Una de las preocupaciones constantes del Comité Académico es no escolarizar la formación de los alumnos, por lo que de manera reiterada invita a los tutores a proporcionar actividades académicas actuales y diversos que contribuyan a la formación de los alumnos. Como se mencionó, no existen actividades obligatorias ni seriación, por lo que los alumnos, junto con sus tutores principales, pueden elaborar el plan de trabajo que más convenga a su formación. Dentro de este apartado juega un papel importante la movilidad de los alumnos, quienes obtienen de estas experiencias una visión global de sus actividades científicas. Es una insistencia de parte del Comité Académico que los alumnos salgan tanto a universidades nacionales como extranjeras a realizar estancias de investigación, cursos y/o congresos, los cuales son apoyados económicamente con el presupuesto de PAEP, entre otros.

Las entidades académicas, a través de sus cuerpos colegiados, definen las líneas de investigación que cultivan, el equipo que se requiere y los mecanismos de mantenimiento. Solo investigadores o profesores acreditados pueden participar como tutores del Programa, ya que para ser acreditado como tutor debe mostrar que cuenta con una línea estable de investigación y con los recursos para realizarla. Es precisamente a estos proyectos vigentes y productivos en donde los alumnos se insertan para realizar su trabajo doctoral.

La UNAM en general mantiene a través de cuerpos colegiados la adquisición de libros y revistas en función de las necesidades de cada entidad. En este sentido, las entidades participantes del Programa han mantenido un acervo bibliográfico eficiente, actual y numeroso tanto en material de texto impreso como electrónico, que les permite tanto a tutores como alumnos obtener la información más reciente y relevante de las áreas de interés que cultivan.

La UNAM mantiene una red de cómputo general de acceso ilimitado a recursos electrónicos y de telecomunicaciones que fortalecen la actividad académica del posgrado.

Además, el PDCB ha obtenido recursos del PAEP que le han permitido la compra de equipo para videoconferencias y computadoras que se localizan en las entidades participantes. Estos equipos facilitan, por ejemplo la elaboración de exámenes, impartir cursos y tópicos entre entidades del D.F. y de los estados de la república. Con frecuencia se evalúa la necesidad de actualizar el equipo o reemplazarlo, lo cual se hace con la colaboración del personal de cómputo de cada entidad participante.

#### **4.10 Mecanismos y actividades que se instrumentarán para la actualización permanente de la planta académica**

La UNAM realiza una evaluación semestral del desempeño de los tutores a través de los alumnos la cual coordina la DGEE. Esto le permite al Comité Académico conocer sobre el desempeño docente de sus tutores.

Las entidades que participan tienen una filosofía que se adhiere a las del Programa. En este sentido, la aprobación de estancias, sabáticos, congresos, entre otros, a sus tutores acreditados en el PDCB a través de sus órganos colegiados, contribuye directamente a los objetivos de este posgrado.

Además, existen otros instrumentos de evaluación así como Programas de superación del personal académico y las entidades académicas, con base en las necesidades de superación expresadas en su plan de desarrollo, invitan a sus tutores a participar. El producto de estos programas redundan directamente en la calidad y actualización del PDCB. El reconocimiento dentro y fuera de la UNAM a académicos del PDCB con distinciones como el SNI, es una forma de evaluación del desempeño y calidad de los tutores. Actualmente, el 95% de los tutores del Programa pertenecen al SNI, de los cuales el 64% son Nivel II y III.

Por otro lado, la actividad de investigación se ve reflejada en el número de publicaciones que cada tutor tiene anualmente y al mismo tiempo por el índice de impacto en el cual publican sus resultados experimentales en donde participan sus alumnos.