

UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS – QUÍMICA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ÁREA CURRICULAR DE QUÍMICA**  
**2020**

**PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA DE POSGRADOS - PEPPos  
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS – QUÍMICA**

**Realizado por:**

**Comité Asesor de Posgrado del Departamento de Química:**

César Augusto Sierra Ávila

**Director del Departamento de Química**

Harold Duban Ardila Barrantes

**Director del Área Curricular de Química**

Nohora Angélica Vega Castro

**Coordinadora del programa de posgrado**

Sonia Moreno Guáqueta

**Profesora Departamento de Química**

Freddy Alejandro Ramos Rodríguez

**Profesor Departamento de Química**

Jairo Arturo Guerrero Dallos

**Profesor Departamento de Química**

Adrián Gabriel Sandoval

**Profesor Departamento de Química**

**Profesional de Apoyo del proceso de Autoevaluación del Doctorado en Ciencias Química**

Diana Milena Gómez Moreno

**Unidad de Autoevaluación y Mejoramiento Continuo de la Facultad de Ciencias**

Nydia Milena Saavedra Mesa

**DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Dolly Montoya Castaño

**Rectora**

Carlos Augusto Hernández

**Vicerrector Académico**

Édgar Daza Caicedo

**Director Nacional de Programas de Posgrado**

Jaime Franky Rodríguez

**Vicerrector de Sede Bogotá**

Carlos Eduardo Cubillos Peña

**Director Académico de Sede Bogotá**

Jairo Alexis Rodríguez López

**Decano de la Facultad de Ciencias**

Marcela Aragón Novoa

**Vicedecana Académica de la Facultad de Ciencias**

## PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA DE POSGRADOS PEPPos

### INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ciencias atendiendo la necesidad surgida en los procesos de acreditación de alta calidad, presenta un documento para proyectar y consolidar la información del Proyecto Educativo del Programa de Posgrado– PEPPos- de los diferentes programas. Estos lineamientos recogen temas primordiales para cada programa y buscan ser únicos para todos los programas de posgrado, cada Comité Asesor está en libertad de incorporar aspectos académicos y disciplinares relevantes en cada programa.

### ¿QUÉ ES EL PEPPos?

El **Proyecto Educativo del Programa de Posgrado PEPPos**, es un documento con los lineamientos, políticas y principios que orientan y dirigen el desarrollo del programa curricular. Mantiene coherencia con el Proyecto Educativo Institucional – PEI - y con la dinámica de disciplinar y académica de las diferentes profesiones. Se espera que el documento sea un referente del ejercicio académico y argumentativo. En este sentido, este documento debe explicitar los objetivos de aprendizaje del programa curricular y su articulación con las asignaturas previstas en el plan de estudios, de tal forma que se haga evidente tanto el desarrollo de estos objetivos como la evaluación de los mismos<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Guía PEP 2012, Dirección Nacional de Programas de Pregrado.

## COMPONENTES DEL PEPPos.

### A. IDENTIDAD DEL PROGRAMA

#### A1. Información general de programa

• Nombre del Programa:	<b>DOCTORADO EN CIENCIAS – QUÍMICA</b>
• Nivel de formación:	<b>Doctoral</b>
• Tipo del Plan de Estudios:	<b>Investigación</b>
• Título que otorga:	<b>Doctor en Ciencias – Química</b>
• Fecha creación y/o de apertura:	<b>Según Acuerdo 31 de 1986 del CSU</b>
• Sede:	<b>Bogotá</b>
• Código del plan de estudios:	<b>2612</b>
• Duración en semestres:	<b>8</b>
• Número de Créditos:	<b>150</b>
• Jornada:	<b>Única</b>
• Fecha y número de la primera promoción:	<b>1993-06-15; una estudiante</b>
• Característica del programa (Interfacultades, Inter-sedes, Interinstitucional):	<b>Programa ofrecido semestralmente en la Sede de Bogotá</b>

#### A2. Reseña histórica del programa

El programa de Doctorado en Ciencias – Química fue creado en 1986 mediante el Acuerdo 31 de del CSU y el plan de estudios fue aprobado según el Acuerdo 5 de 1986 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. La estructura del plan de estudios del programa curricular fue modificada en el año 2002<sup>2</sup>. Posiblemente el cambio más significativo consistió en que la duración del programa pasó de un mínimo de seis semestres a ocho semestres y se adoptó el sistema de créditos. Posteriormente en el año 2008, se realizaron cambios en los objetivos, la estructura del plan en lo referente a los seminarios y se formalizó el sistema de créditos asignados al programa<sup>3</sup>. Recientemente,<sup>4</sup> se realizaron algunos cambios adicionales, esencialmente dirigidos a aumentar el número de créditos de las asignaturas, lo cual implicó cursar una asignatura más de lo que se hacía desde sus orígenes. Posteriormente, los objetivos de los seminarios y del examen de calificación se modificaron mediante los Acuerdos 24 de 2012 y 335 de 2018 del Consejo de la Facultad de Ciencias (CFC).

---

2 Mediante Acuerdo 80 del 2002 del CA, para adaptarse al acuerdo 20 de 2001 del CA que cambió la reglamentación de los estudios de posgrado en la Universidad Nacional de Colombia. [http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d\\_i=38007](http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=38007)

3 Mediante el Acuerdo 117 de 2008 del CA modificó nuevamente el programa para adaptarse a los lineamientos del Acuerdo 033 de 2007 del CSU, que estableció los lineamientos de la reforma académica de los programas de la Universidad Nacional de Colombia.

4 Mediante el Acuerdo 007 de 2011 del CA [http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d\\_i=62250](http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=62250)

Las actividades académicas obligatorias y otras actividades del plan de estudios del programa curricular de posgrado se describen en detalle en acuerdos del Consejo de Facultad<sup>5</sup>. El programa de Doctorado en la actualidad está apoyado en seis líneas de investigación en las cuales participan los estudiantes, los profesores y grupos que hacen parte del Programa de Doctorado, de acuerdo con sus campos de acción. Estas líneas de investigación son: Materiales y Energía, Termodinámica, Química Teórica, Síntesis Química, Productos Naturales y la línea de Química Agroalimentaria y Ambiental.<sup>6</sup>

Hasta el año 2012, se contaba con la línea de investigación en Bioquímica, la cual, como un proceso natural de crecimiento de la comunidad académica del programa y de sus capacidades de investigación dio origen al Doctorado en Ciencias-Bioquímica<sup>7</sup>, quedando finalmente las seis líneas anteriormente enumeradas.

## B. PERTINENCIA Y PROPÓSITOS DEL PROGRAMA

### B1. Objetivos del programa

Los objetivos que están vigentes en la actualidad, establecidos en el Acuerdo 007 de 2011 del C.A. son:

- ❖ Formar científicos capacitados para desarrollar investigación creativa y autónoma.
- ❖ Contribuir a la generación de conocimiento en química.
- ❖ Difundir los resultados de investigación de los grupos participantes en el programa.

Los objetivos aquí presentados guardan coherencia con los fines de la Universidad establecidos en el artículo 3 del Estatuto General de la Universidad, Acuerdo 011 de 2005 del CSU.

### B2. Perfil del aspirante y del egresado<sup>8</sup>

El programa está dirigido a profesionales en Química, Química Farmacéutica, Biología, Microbiología, Medicina o áreas afines a la Química, con una formación académica definida que demuestren condiciones para adelantar un programa de investigación en las diferentes áreas de la Química. Los egresados del programa de Doctorado en Ciencias – Química de la Universidad Nacional de Colombia se actualizan, se capacitan y se cualifican en actividades de investigación. En este sentido, son capaces de contribuir a la conformación y al fortalecimiento de comunidades académicas del área de la Química. Son capaces de interactuar con grupos de trabajo, de participar en programas interdisciplinarios y de aportar a la consolidación de líneas de investigación. Los

---

<sup>5</sup> [http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad\\_de\\_Ciencias/Areas\\_curriculares/Quimica/Files/ACUERDO\\_007\\_DE\\_2011\\_CA.pdf](http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Areas_curriculares/Quimica/Files/ACUERDO_007_DE_2011_CA.pdf)

<sup>6</sup> Ac. 042 de 2014 CFC

<sup>7</sup> Ac. 059 de 2012 del CSU

<sup>8</sup> Guía PEP 2012. Dirección Nacional de Programas de Pregrado.

egresados están capacitados para intervenir en la formulación y ejecución de proyectos, para desempeñarse en centros de investigación, en la industria y para actuar en la docencia de la química a nivel superior.

### **B3. Prospectiva del programa**

Las competencias aprobadas en el Comité Asesor de Posgrado, del 16 de octubre de 2015 Acta No. 36, son las siguientes:

- ❖ Habilidad para identificar problemas de investigación y proponer, desarrollar y dirigir investigación científica de manera autónoma.
- ❖ Habilidades experimentales y teóricas que conduzcan a realizar aportes originales y significativos al conocimiento en temas relacionados con la Química o sus aplicaciones.
- ❖ Realizar investigación sobre una base científica, ética y humanística, con capacidad de dar respuesta a los futuros retos de innovación, nuevo conocimiento y de transferir ese conocimiento a la sociedad.

## **C. ESTRATEGIA CURRICULAR**

### **C1. Lineamientos básicos para la formación de los estudiantes de posgrado**

Según el Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario -CSU- los lineamientos para formación de estudiantes son:

“El Acuerdo 033 de 2007 del CSU, que establece los lineamientos para la formación de estudiantes en la Universidad Nacional de Colombia, se fundamenta en los principios de excelencia académica, formación integral, contextualización, internacionalización, formación investigativa, interdisciplinariedad y flexibilidad; se adopta el régimen de Créditos Académicos para medir el tiempo que requiere el estudiante para cumplir con los objetivos de las asignaturas, y para facilitar la homologación de asignaturas y la movilidad de estudiantes entre programas nacionales e internacionales. Además, con el objeto de articular pregrados y postgrados, se ofrece la oportunidad de tránsito de uno a otro disminuyendo los tiempos estipulados para cada uno de esos programas”.<sup>9</sup>

### **C2. Plan de estudios<sup>10</sup>**

De acuerdo con el *IBID*, “Su objetivo es formar investigadores autónomos con capacidad de proponer, dirigir y realizar actividades que conduzcan a la generación de conocimiento. Es requisito

---

<sup>9</sup> *Ibid.*

<sup>10</sup> Acuerdo 033 de 2007 del CSU, artículos 4, 9, 10 y 26 - Acuerdo 091 de 2014 del Consejo Académico

para obtener el título de doctorado la elaboración de una tesis equivalente a un mínimo del 60% del total de créditos del programa curricular. El número de créditos académicos de los programas de doctorado podrá variar entre 110 y 150”.

➤ **Descripción de los componentes académicos.**

Durante el proceso de admisión, el aspirante debe acreditar el conocimiento de una segunda lengua, mediante un certificado de conocimiento del idioma inglés con un nivel mínimo de B1, o ser egresado de un programa curricular de pregrado de la Universidad Nacional de Colombia o si se alcanza el nivel de suficiencia exigido por la Universidad en pregrado mediante la prueba que aplica la Dirección Nacional de Admisiones.

Una vez superado el proceso de admisión, el programa le brinda al admitido de Doctorado, un esquema de 150 créditos para ser cursados en 8 semestres, distribuidos entre actividades académicas y asignaturas, tal y como se describe en la Tabla 1.<sup>4,11,12</sup> Vale la pena aclarar que luego de la reforma académica de 2008, en la Universidad Nacional no existen las mallas curriculares por lo que las asignaturas y las actividades se pueden ver en cualquier momento del programa, con la salvedad del proyecto de tesis, el cual debe ser aprobado antes de realizar la quinta matrícula dentro del programa<sup>13</sup>

➤ **Convenios de Cotutela (nacional e internacional).**

Si bien la Universidad se ha caracterizado por mantener activo contacto con múltiples instituciones nacionales e internacionales, en años recientes la Universidad se ha esforzado en promover la internacionalización de los programas de posgrado desde la Dirección de Relaciones Exteriores. Esta oficina que funciona desde el nivel central promueve alianzas estratégicas que “tienen como objetivo incrementar la cooperación conjunta, el intercambio docente y de estudiantes para posicionar y visibilizar a la Universidad Nacional de Colombia en diferentes escenarios internacionales como una institución de alta calidad y atractiva para fines académicos y de investigación”.

Desde esta dependencia se realiza la suscripción de convenios marco interinstitucionales, dentro de los cuales se suscriben otros convenios que permiten desarrollar actividades de investigación conjuntas, movilidad de investigadores y estudiantes y convenios específicos de cotutela con fines de doble titulación. Además, entre otras funciones, se gestionan convocatorias de otras instituciones y se dan algunos apoyos económicos para movilidad. (ver página web de la DRE en el enlace: Convenios).

---

11 Acuerdo 07 de 2011 del CSU

12 Acuerdo 024 de 2012 de la Facultad de Ciencias

13 Artículo 14 acuerdo 056 de 2012 CSU

Dentro de los convenios establecidos con diversas instituciones de educación superior y centros de investigación, vale la pena señalar el Convenio entre la Sociedad Max Planck, Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia. Este convenio implicó la conformación de 3 grupos Tándem Max Planck en la Universidad Nacional de Colombia en la sede Bogotá liderados por tres científicos seleccionados entre la Sociedad Max Planck y la Universidad a través de una convocatoria internacional ampliamente difundida. Mediante el convenio se busca realizar investigación de alto nivel en temas de importancia estratégica en diversidad biológica y enfoques químicos para aplicaciones terapéuticas los cuales tienen amplia relación con el programa de doctorado en Química en particular con la línea de Productos Naturales. Además, el convenio contempla intercambio de científicos, proyectos conjuntos, intercambio de estudiantes de doctorado y cupos para posdoctorados, donde podrían involucrarse nuestros egresados del programa doctoral.

En lo referente a la internacionalización del currículo, se contempla la posibilidad de los estudiantes de participar en convenios de cotutela para doble titulación. En este sentido, ya se cuenta con varios participantes y graduados de estos convenios con instituciones de alto reconocimiento en España como son la Universidad de Alicante, Universidad de Sevilla y Universidad de Cádiz, así como instituciones francesas como la Universidad de Nice Sophia-Antipolis y con una institución alemana, la Universidad de Regensburg.

➤ **Flexibilidad en el plan de estudios.**

El currículum del programa de doctorado se pensó desde su creación como un plan de formación bastante flexible y tutorial. Lo es desde el proceso mismo de admisión, el cual no restringe la formación previa del aspirante a egresados de programas de pregrado en Química, ni se exige la presentación de un título de maestría. Igualmente es flexible desde el punto de vista de los temas de investigación, los cuales solo quedan condicionados por las líneas de investigación y los grupos que las conforman.

También la flexibilidad se refleja en las asignaturas propiamente dichas, ya que los estudiantes pueden cursar las asignaturas de posgrado que profesores del Departamento ofrecen con regularidad u otras asignaturas que la Facultad o la Universidad en general programan. Además, existe la posibilidad de cursar asignaturas en otras instituciones nacionales y extranjeras, las cuales pueden ser convalidadas.

Respecto a la flexibilidad en lo referente a las asignaturas, la movilidad de nuestros estudiantes a nivel institucional muestra que el porcentaje de estudiantes que cursan asignaturas en otra unidad académica de la Universidad oscila alrededor del 7%. De otro lado, la flexibilidad del programa vista desde la participación de estudiantes de otros programas en asignaturas del Doctorado en Ciencias Química, muestra que, en el total de asignaturas ofrecidas por el programa para el periodo considerado, en cerca de 14% de ellas se encuentran inscritos estudiantes de otros programas. Esto evidencia la existencia y el nivel de uso de la movilidad estudiantil a nivel de los diferentes programas de la institución.



En el caso de asignaturas cursadas en instituciones nacionales se cuenta con el programa de intercambio Programa Sígueme Posgrados, establecido entre las Universidades de Antioquia, Pontificia Bolivariana, EAFIT, Industrial de Santander, Javeriana, Norte, Valle, Los Andes, y Externado. No obstante, desde tiempo atrás mediante convenios bilaterales algunos estudiantes del programa han cursado asignaturas en otras instituciones, en particular los que desarrollaron su tesis en la línea de Bioquímica, quienes solían tomar alguna asignatura en la Universidad Javeriana y en la Universidad de los Andes. Desde que se creó el programa de Doctorado en Bioquímica la movilidad de los estudiantes se redujo, ya que se cuenta ahora con docentes con formación en bioinformática.

Se reconoce la importancia de ofrecer además de las asignaturas disciplinares, asignaturas orientadas a fortalecer aspectos como la formación en liderazgo e innovación. Por lo anterior se propone a futuro que el programa ofrezca a los estudiantes la posibilidad de ver asignaturas como “Introducción a la innovación emprendimiento y gestión empresarial en ciencias”, la cual permitiría a los estudiantes adquirir capacidades relacionadas a la innovación, el emprendimiento y aspectos relacionados con la propiedad intelectual.

➤ **Presentación de la malla curricular del plan de estudios**

Tabla 1. Distribución de créditos en el Programa de Doctorado en Ciencias - Química

Asignatura	Número de Créditos
3 Asignaturas Elegibles	3 asignaturas de 4 créditos cada una =12
Seminario de Investigación I	4
Seminario de Investigación II	4
Seminario de Investigación III	4
Examen de calificación	12
Proyecto de tesis de doctorado	14
Tesis	100
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>

- **Actividades Académicas:** “Además de las asignaturas, los planes de estudios de posgrados tienen otro tipo de actividades formativas denominadas actividades académicas. Éstas son unidades de trabajo de profundización o de investigación de los posgrados cuyos contenidos están directamente relacionados con la profundización o la investigación que realicen los estudiantes<sup>14</sup>.”

<sup>14</sup> Proyecto de acompañamiento a programas curriculares de posgrado - Guía de lineamientos y gestión académica de la Universidad Nacional de Colombia, 2015.

<http://www.posgrados.unal.edu.co/web/files/guiaComitesAsesoresFinal.pdf>

Las actividades académicas de posgrados que tienen una función propia en la formación de los estudiantes son:

- Seminarios de Investigación (Acuerdo 033 de 2008 del CSU, artículo 13)
- Seminarios de Profundización (se propenderá por el desarrollo de la propuesta de trabajo final y el seguimiento de la realización del trabajo final.)
- Proyecto de Tesis (Acuerdo 056 de 2012, artículos 4, 5 y 6)
- Propuesta de Trabajo final (Acuerdo 033 de 2008 del CSU, artículo 11)
- Tesis (Acuerdo 033 de 2008 del CSU, artículo 18 y Acuerdo 056 de 2012 del CSU, artículo 7)
- Examen de Calificación (Acuerdo 033 de 2008 del CSU, artículo 17)
- Trabajos Finales (Acuerdo 033 de 2008 del CSU, artículos 9 y 10 y Acuerdo 056 de 2012 del CSU, artículo 3)

Como actividades académicas diferentes a la tesis para el programa de Doctorado en Ciencias Química, se encuentran 38 créditos distribuidos en 3 seminarios, el examen de calificación y el proyecto de tesis de doctorado, las cuales tienen una calificación de aprobado o no aprobado.

**El seminario I** (4 créditos), depende del tutor; en él se busca que el estudiante participe de las actividades de un grupo de investigación e inicie la exploración del posible tema de su proyecto de tesis de doctorado. Esta actividad puede incluir presentaciones orales que usualmente se dan al interior de los grupos de investigación<sup>15</sup>.

**El seminario II** (4 créditos), sugerido para ser cursado en el segundo semestre del programa doctoral, busca que el estudiante pueda definir y estructurar su proyecto de tesis de Doctorado, por medio de la presentación oral del estado del arte y donde reconocerá los elementos claves en la formulación y la preparación de proyectos de investigación.<sup>16</sup> La evaluación la hace un panel constituido por el coordinador del seminario y dos evaluadores, nombrados de manera autónoma por el coordinador de la actividad académica, que pueden ser de la Universidad o de otras instituciones. Así mismo, en estos espacios se da la interacción de los estudiantes con expertos en sus temas de investigación.

Recientemente, el programa se ha esforzado por la inclusión de charlas dadas por expertos en temas como escritura científica, ética de la investigación, propiedad intelectual, entre otros aspectos. Estas charlas tienen como fin dar elementos a los estudiantes para la estructuración de los textos a presentar en seminario II y en el proyecto de tesis doctoral.

**El seminario III** (4 créditos), sugerido para los últimos semestres del programa, busca que el estudiante tenga la suficiencia académica para participar y presentar como ponente oral, un

---

15 Acuerdo 024 DE 2012 del CFC [http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d\\_i=49005#2](http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=49005#2)

16 Ibidem 31

documento sobre los resultados parciales de su trabajo de investigación<sup>17</sup>. Esta actividad tiene como requisito el haber sometido para su publicación un artículo con resultados de la tesis. De una parte, se busca estimular el ejercicio de la escritura de textos y la productividad académicos. De otra parte, se propone como estrategia del programa, para lograr el cumplimiento del requisito de grado de tener un artículo publicado. Para el seminario III los evaluadores son nombrados por el Comité Asesor de Posgrado<sup>18</sup> por sugerencia del coordinador del seminario. De igual forma la evaluación la hace un panel constituido por el coordinador del seminario y dos evaluadores que pueden ser de la Universidad o de otras instituciones. Estos espacios garantizan la interacción de los estudiantes con expertos en sus temas de investigación.

### **C3. Desarrollo Curricular**

Originalmente el programa sólo contemplaba la realización de dos seminarios con objetivos similares a los de los seminarios II y III actuales. Es decir, en el primero se buscaba la presentación de una revisión bibliográfica que permitiese evaluar la apropiación por parte del estudiante del campo de investigación y el otro, la presentación de resultados parciales de su tesis. Sin embargo, durante la adaptación de los programas de estudio a la reforma académica de 2007-2008 se detectó la falta de un seminario evaluable y desarrollado al interior del grupo de investigación, de ahí el actual seminario I. El otro cambio sustancial fue la exigencia de un artículo sometido para poder inscribir el seminario III, que como se mencionó anteriormente procura estimular la pronta publicación de resultados. Lo anterior ha logrado tener influencia en la disminución del tiempo de permanencia en el programa.

Junto con los seminarios, el **Examen de Calificación**, que corresponde a 12 créditos, representa una segunda instancia de evaluación del desempeño de los estudiantes. Este examen busca mostrar que el estudiante cuenta con los conocimientos y capacidades suficientes para continuar con sus estudios de doctorado. El examen ha tenido distintas modalidades. En el período considerado, una de las modalidades consistió en la presentación de un artículo de revisión seleccionado por el Comité Asesor, y los evaluadores eran los mismos para todos los estudiantes de la línea de investigación. Posteriormente, se estableció que el examen constaba de una parte escrita y otra oral y era programado y planeado por el Comité Asesor de Posgrado; en esta modalidad la parte oral consistía en la sustentación del proyecto doctoral. La reglamentación cambió en el año 2018 y actualmente consiste en una prueba escrita o una prueba oral que el estudiante presenta ante un jurado designado por el Comité Asesor de Posgrado.

Una tercera herramienta para el seguimiento a los estudiantes por parte del Comité Asesor es la formulación del **Proyecto de Tesis Doctoral** que corresponde a 14 créditos, el cual es entendido por la comunidad académica como un proceso de la más alta importancia en la formación de nuevos doctores, pues representa la primera aproximación a la formación de investigadores

---

17Acuerdo 042 de 2014 del CFC [http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d\\_i=62248](http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=62248)

18 Acuerdo 042 de 2014 de la Facultad De Ciencias [http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d\\_i=62248](http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=62248)

autónomos y capaces de proponer y ejecutar nuevas ideas. El proyecto, entregado antes de la quinta matrícula, se envía al menos a dos evaluadores designados por el Comité Asesor, quienes al evaluar y emitir su concepto brindan al Comité las herramientas necesarias para recomendar su aprobación ante el Consejo de la Facultad y el nombramiento del Director del Proyecto de Tesis. Al inicio del programa doctoral la mayoría de los evaluadores eran externos; con el paso del tiempo, la madurez de la comunidad académica vinculada al programa ha permitido que el jurado evaluador sea conformado por evaluadores internos y externos. Generalmente se busca que el panel de jurados evaluadores incluya en la medida de lo posible un jurado internacional, un jurado nacional y uno de la Universidad Nacional. Esta dinámica de evaluación garantiza al estudiante la construcción de un proyecto de investigación que cumple con criterios de calidad internacional y realizable dentro de los tiempos del programa.

Finalmente se encuentra la **Tesis** que corresponde a 100 créditos, una actividad académica dependiente del Director la cual se inscribe luego de la aprobación del Proyecto de Tesis. Semestralmente la tesis es inscrita ante el SIA y debe recibir la evaluación de parte del Director como “Avance Satisfactorio” o “No Satisfactorio”.

El proceso de sustentación de la tesis doctoral está reglamentado por un acuerdo general de la Universidad. Incluye la entrega del documento en su versión final para solicitar al Consejo de la Facultad el nombramiento de los jurados, usualmente por recomendación del Comité Asesor de Posgrado. Luego de un periodo para la lectura del documento se da la sustentación pública y al finalizar la sustentación se da la calificación del documento que puede ser aprobado o reprobado. Existe la posibilidad de dar menciones Meritoria o Laureada, las cuales son otorgadas por el Consejo de la Facultad o en el Consejo Académico, respectivamente, considerando la justificación escrita que presentan los jurados evaluadores. Estos procesos de mención pueden ser dispendiosos y en ocasiones el concepto del jurado evaluador puede ser rechazado por los cuerpos colegiados si estos consideran que no está suficientemente sustentado.

El uso de formatos de evaluación y sus rúbricas para los jurados evaluadores de actividades académicas como el Proyecto de Doctorado, el seminario II y el seminario III ha permitido mejorar el proceso de evaluación, más cuando en estas actividades participan evaluadores externos, los cuales pueden requerir de una guía para realizar su evaluación. Estos formatos, propuestos entre los coordinadores de las asignaturas y el Comité Asesor de Posgrado, permiten presentar al evaluador los criterios de evaluación y calificación de las actividades, al tiempo que reducen la posible subjetividad en la evaluación al controlar la subvaloración o sobrevaloración de los aspectos a evaluar en las diferentes actividades citadas.

#### **C4. Actualización del Currículo por medio de la evaluación continua del plan de estudios**

La Universidad Nacional de Colombia estableció los procesos de autoevaluación de programas

curriculares desde el año 2000 con base en unos criterios establecidos por el CSU. Se definió entonces que la autoevaluación era “el proceso mediante el cual los Programas Académicos se revisan en la coherencia de sus metas, planes y objetivos, la justeza y efectividad de sus políticas y acciones, y la trascendencia de sus realizaciones, con el fin de ejecutar los ajustes necesarios para elevar sus niveles de calidad.”

En el año 2002 se realizó la autoevaluación con fines de acreditación del doctorado en Ciencias-Química cuyos resultados junto con la evaluación realizada por los pares externos, sirvió de base para la formulación de los planes de desarrollo realizados por el programa para los períodos, 2002-2007, 2005-2010. En referencia al informe de autoevaluación de 2002, queremos resaltar que en la actualidad se atendieron algunas de las recomendaciones allí consignadas, como la duración del programa que ahora es de 8 semestres; de otro lado, en lo que va corrido de esta década se ha logrado disminuir los tiempos de permanencia de más de doce semestres en el 2002 a menos de 10 semestres en la actualidad.

## **C5. Estrategias Pedagógicas:**

Estrategias pedagógicas relevantes utilizadas en la consecución del perfil del egresado:

- El seguimiento del tutor en el plan de estudios y la formación académica del aspirante ha sido el modelo con el que se concibió originalmente el programa y el cual ha dado grandes frutos en términos de calidad académica evidenciada en el número de egresados, publicaciones y el éxito que tienen los egresados tanto en su vida laboral como en la realización de posdoctorados en instituciones reconocidas.
- Criterios claros en los procesos de evaluación. Una de las fortalezas la constituyen los seminarios, cuyo nivel de calidad, garantizado por la evaluación con pares investigadores internos y externos al programa, está de acuerdo con los estándares que presentan instituciones reconocidas en el mundo. Cada uno de los seminarios juega un papel importante en el proceso formativo. El requisito de exigir un artículo enviado para publicación para inscribir Seminario III ha redundado positivamente y ha contribuido a reducir los tiempos de permanencia en el programa. Todo lo anterior se ve reflejado en el desempeño exitoso de los estudiantes, de los egresados y los reconocimientos que ha recibido el programa.
- Becas y bienestar académico. Las becas son fundamentales para garantizar la continuidad de los estudiantes en el programa y contribuye a que el tiempo de permanencia sea el esperado. La Universidad cuenta para ello con un sistema que establece las políticas internas de becas y estímulos a Nivel Nacional, Sede y Facultad. Dentro de las modalidades de becas se cuenta con, la beca asistente docente (Consejo de Sede), beca auxiliar docente (Consejo de la Facultad de Ciencias) y la beca exención derechos académicos (Consejo de la Facultad de Ciencias). Los estudiantes también participan de becas con apoyos externos como por ejemplo Colciencias.
- El comité asesor hace seguimiento a sus estudiantes a través de los seminarios; por ello se han hecho esfuerzos para homogeneizar los criterios de coordinación y de evaluación. Actualmente

los lineamientos de los seminarios son entregados al principio del semestre a los coordinadores, quienes a su vez los socializan con los jurados evaluadores de los seminarios. Estos documentos han facilitado el proceso de organización y evaluación y han permitido que los criterios usados sean coherentes con los objetivos de estas actividades. Adicional al uso de estos formatos, el comité programa conferencias cada semestre sobre temas complementarios como ética, propiedad intelectual, habilidades para la presentación escrita de resultados científicos, búsqueda en bases de datos, elaboración de proyectos y redacción de textos científicos entre otros, los cuales buscan guiar al estudiante en el proceso de escritura de textos que deberán ser presentados en los seminarios o del mismo proyecto de tesis. También se hace seguimiento del estudiante mediante el examen de calificación y en la presentación del proyecto de tesis. La evaluación de estos procesos académicos se hace de manera continua por parte de los miembros del comité asesor con la colaboración de los profesores del programa.

- Movilidad académica. Tal y como se menciona en el inciso G, la articulación entre programas de otras sedes y la oportunidad de entablar relaciones interinstitucionales a nivel nacional o extranjero, permite al futuro egresado y a la universidad, generar vínculos por medio de convocatorias debidamente reglamentadas las cuales ofrecen al cuerpo académico (docentes y estudiantes) un amplio escenario de oportunidades académico-laborales durante y después del desarrollo del Doctorado.

## D. INVESTIGACIÓN Y CREACIÓN ARTÍSTICA

### **D1. Articulación de la investigación con el proyecto institucional y estructura investigativa y producción científica del programa**

Las líneas de investigación inicialmente aprobadas por el Consejo Académico para la realización de tesis de doctorado fueron Química Teórica, Termodinámica, Síntesis Química y Catálisis (Acta 07, 1986 del CA) y la primera admisión se autorizó para el segundo semestre de 1987. A partir de esa fecha el número de líneas de investigación se incrementó hasta diez. Las líneas de investigación aprobadas por el Consejo Académico fueron las siguientes: Química Teórica (1986), Termodinámica (1986), Catálisis (1986), Síntesis Química (1986), Química de Aromas (1987), Química de Carbones (1987), Bioquímica (1988), Productos Naturales Vegetales (1993), Productos Naturales Marinos (1993), Síntesis Inorgánica (1995).

Posteriormente, en 2008, estas líneas de investigación fueron modificadas por el Consejo de Facultad, quien en ese momento tenía la competencia para hacerlo. Las nuevas líneas se establecieron según la Resolución 2218 de 2009 del CF buscando reorganizar y agrupar las líneas de investigación existentes. Las líneas vigentes son: Materiales y Energía, Productos Naturales, Química Agroalimentaria y Ambiental, Química Teórica, Síntesis Química y Termodinámica (Resolución 042 de 2014 del CF). Esta estructura organizativa responde de manera adecuada a la actual dinámica de investigación del Departamento.

Grupo	Profesores Integrantes	Líneas de Investigación
Área de Investigación: Materiales y Energía		
ESTADO SÓLIDO Y CATÁLISIS AMBIENTAL COL0071131. Clasificación: A1	Rafael A Molina Gallego Sonia Moreno Guáqueta Carlos Enrique Daza Vela Nelson Jair Castellanos Márquez León Mauricio Velásquez Márquez Gina Marcela Hincapié Triviño	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Catálisis heterogénea ambiental, con énfasis en catálisis ácida y oxidación</li> <li>● Estudio de estructuras laminares Química del estado sólido en el diseño de materiales</li> <li>● Valorización de minerales arcillosos colombianos</li> </ul>
LABORATORIO DE CATÁLISIS HETEROGÉNEA. COL0002009. Clasificación: C	Carlos Alexander Trujillo Jesús Sigifredo Valencia Ríos Luis Carlos Moreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicaciones Físicoquímicas del estado Sólido AFES</li> <li>● Epoxidación de aceite vegetal</li> <li>● Cerámicas</li> </ul>
NUEVOS MATERIALES NANO Y SUPRAMOLECULARES. COL0067415. Clasificación: C	Álvaro Duarte Ruiz. Eliseo Avella Moreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fullerenos &amp; Nanotubos de Carbono</li> <li>● Química Supramolecular-Reticular</li> <li>● Síntesis de Nanoparticulas</li> </ul>
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN COMBUSTIBLES Y ENERGÍA.  COL0012918. Clasificación: A	Yazmin Yaneth Agámez Pertuz Orlando Hernández Fandiño José de Jesús Díaz Velásquez Andrés Cabrera Orozco Josué Itsman Clavijo Penagos Jorge Enrique Gómez López Eduard Ricardo Romero Malagón Luis Carlos Moreno Aldana	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Biomasa Y Procesos De Conversión</li> <li>● Carbón, Procesos De Conversión y Carboquímica</li> <li>● Carbón Activado, Producción, Caracterización Y Aplicaciones</li> <li>● Gas Natural, Combustibles Sintéticos Y Síntesis De Fischer -tropsch</li> <li>● Nuevos Materiales Y Procesos</li> <li>● Petróleo, Refinación Y Petroquímica</li> <li>● Recursos Energéticos Y Medio Ambiente</li> </ul>
APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE RECURSOS NATURALES  COL0109702. Clasificación A	Carlos Alberto Guerrero Fajardo Eliseo Avella Moreno Yesmith Santos Panqueva	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Química de los biocombustibles</li> <li>● Generación de energía a partir de biomasa (biorefinerías)</li> <li>● Aprovechamiento energético de subproductos de recursos naturales no renovables</li> <li>● Producción, almacenamiento y uso del hidrógeno como combustible</li> <li>● Biotecnología aplicada a combustibles de segunda, tercera y cuarta generación</li> <li>● Modelamiento, simulación y control de procesos energéticos</li> <li>● Manejo ambiental de recursos</li> </ul>

Área de Investigación: Productos Naturales		
GRUPO DE INVESTIGACION EN QUIMICA DE PRODUCTOS NATURALES VEGETALES BIOACTIVOS (QUIPRONAB)  COL0004522. Clasificación: A	Luis Enrique Cuca Suarez Wilman Antonio Delgado Ávila, Mónica Constanza Ávila Murillo, Oscar Javier Patiño Ladino Fabián Harvey López Vallejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fitoquímica y quimioprospección</li> <li>● Bioprospección en agentes fitosanitarios y terapéuticos</li> <li>● Síntesis y semisíntesis de productos naturales</li> <li>● Metabolómica</li> <li>● Biotecnología vegetal</li> <li>● Química medicinal y modelado molecular</li> </ul>
ESTUDIO Y APROVECHAMIENTO DE PRODUCTOS NATURALES MARINOS Y FRUTAS DE COLOMBIA COL0004569. Clasificación: A1	Leonardo Castellanos Hernández Freddy Alejandro Ramos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Búsqueda de compuestos naturales vegetales utilizables en la industria</li> <li>● Microorganismos marinos</li> <li>● Productos Naturales Marinos</li> <li>● Química y Tecnología del Aroma de Frutas</li> </ul>
QUÍMICA DE HONGOS MACROMICETOS COLOMBIANOS COL0037579. Clasificación: Reconocido	Ivonne Jeannette Nieto Ramírez Carolina Chegwin Angarita.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Constituyentes de carácter triterpenoidal de hongos nativos y cultivados</li> <li>● Bioprospección</li> <li>● Micorremediación</li> </ul>
ESPECIES VEGETALES COMO FUENTE DE AROMA, PIGMENTOS Y COMPUESTOS BIOACTIVOS. COL0068136. Clasificación: B	Coralia Osorio Roa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Química de aromas</li> </ul>
GRUPO ADITIVOS NATURALES DE AROMA Y COLOR-GANAC. COL0069545. Clasificación: A	Coralia Osorio Roa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desarrollo de aditivos naturales</li> <li>● Ecología química</li> <li>● Química de aromas</li> <li>● Química de pigmentos</li> </ul>
Área de Investigación: Química Agroalimentaria y Ambiental		
ESTUDIO DE CAMBIOS QUÍMICOS Y BIOQUÍMICOS DE ALIMENTOS FRESCOS Y PROCESADOS. COL0004549. Clasificación: A1	Carlos Eduardo Narváez Cuenca Cecilia Anzola Velasco Blanca Laura Ortiz Quintero Fabián Parada Alfonso Liliam Alexandra Palomeque Forero Luz Patricia Restrepo Sánchez.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ensayos de materiales y productos análisis de calidad</li> <li>● Nutrición y alimentación</li> <li>● Producción animal, incluso servicios veterinarios</li> <li>● Producción vegetal</li> </ul>



RESIDUALIDAD Y DESTINO AMBIENTAL DE PLAGUICIDAS EN SISTEMAS AGRÍCOLAS. COL0015704. Clasificación: B	Jairo Arturo Guerrero Dallos. María José Martínez Cordón	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Comportamiento y destino ambiental de plaguicidas</li> <li>● Residualidad de Plaguicidas en productos de cosecha</li> <li>● Resistencia a herbicidas</li> <li>● Uso y manejo de plaguicidas</li> </ul>
GRUPO DE ESTUDIOS PARA LA REMEDIACIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE - GERMINA. COL008944. Clasificación: A	Pedro Filipe De Britto Brandao Eliana Castillo Serna Jesús Alberto Agreda Bastidas Coco Kochikpa Okio	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Biodisponibilidad de metales tóxicos</li> <li>● Biorremediación de matrices contaminadas</li> <li>● Desarrollo de metodologías analíticas para determinar metales pesados</li> <li>● Microbiología Ambiental y Aplicación Biotecnológica de Microorganismos</li> <li>● Sistemas de remediación química de matrices contaminadas con metales tóxicos</li> <li>● Síntesis, caracterización y aplicación de complejos de Sn (IV).</li> </ul>
Área de Investigación: Química Teórica		
QUÍMICA CUÁNTICA Y COMPUTACIONAL. COL0119119. Clasificación: A1	Andrés Reyes Velasco Jorge Isaac Alí Torres Johan Fabián Galindo Cruz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Química cuántica más allá de la aproximación Born-Oppenheimer</li> <li>● Teoría de propagadores para cualquier tipo de partícula</li> <li>● fullerenos endohédricos</li> <li>● Química computacional</li> </ul>
GRUPO DE QUÍMICA TEÓRICA. COL0010922. Sin Clasificación	Edgar Eduardo Daza Caicedo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Química matemática</li> <li>● Modelación de biomoléculas</li> </ul>
Área de Investigación Síntesis Química		
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN MACROMOLÉCULAS. COL0068243. Clasificación: A1	Cesar Augusto Sierra Ávila, León Darío Pérez Pérez	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Físicoquímica Orgánica</li> <li>● Agroindustria</li> <li>● Quimiosensores</li> <li>● Química medicinal</li> <li>● Síntesis de Polímeros</li> <li>● Química sostenible</li> </ul>
GRUPO DE INVESTIGACIÓN QUÍMICA MACROCÍCLICA COL0092427. Clasificación: B	Rodolfo Quevedo Edwin Arley Baquero Velasco	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Preorganización Molecular</li> <li>● Síntesis Macrocíclica</li> </ul>

GRUPO DE INVESTIGACIÓN SÍNTESIS Y APLICACIÓN DE MOLÉCULAS PEPTÍDICAS. COL0115666. Clasificación: C	Zuly Jenny Rivera Monroy Mauricio Maldonado Villamil	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Péptidos como agentes terapéuticos</li> <li>● Péptidos organometálicos</li> <li>● Síntesis de glicoconjugados</li> <li>● Técnicas analíticas</li> </ul>
GRUPO DE SÍNTESIS DE COMPUESTOS CON METALES DE TRANSICIÓN CON APLICACIÓN EN CATÁLISIS HOMOGÉNEA COL0011044 Clasificación: C	Ricardo Fierro Medina Eliseo Avella Moreno Zuly Jenny Rivera Monroy	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Métales-compuestos potencialmente activos como catalizadores</li> <li>● Nuevos Ligandos con Alta densidad Electrónica y su aplicación en catálisis de polimerización</li> <li>● Síntesis de Biomoléculas</li> </ul>
SÍNTESIS DE HETEROCICLOS. COL0016336. Clasificación: A	Augusto Rivera Umaña Jaime Alberto Ríos Mota Carolina Blanco	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Síntesis de heterocíclicos</li> </ul>
GRUPO DE ESTUDIOS EN SÍNTESIS Y APLICACIONES DE COMPUESTOS HETEROCÍCLICOS (GESACH). COL0103665. Clasificación: C	Paola Andrea Cuervo Prado. Fabián Orozco López	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Diseño, Síntesis Y Caracterización De Compuestos Heterocíclicos</li> <li>● Diseño Racional De Fármacos</li> <li>● Evaluación de Actividad Biológica y Propiedades Moleculares</li> </ul>
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA HETEROCÍCLICA. COL0135696. Clasificación: Grupo Reconocido	Ricaurte Rodríguez Angulo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Síntesis de compuestos heterocíclicos</li> </ul>
GRUPO DE INVESTIGACION EN QUIMICA DE COORDINACION Y BIOINORGÁNICA. COL0101633. Clasificación: C	Ana Esperanza Burgos Carolina Blanco Jiménez Coco Kochikpa Okio	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bioinorgánica</li> <li>● Complejos metálicos con actividad farmacológica</li> <li>● Síntesis de biomateriales y liberación controlada de fármacos</li> </ul>
APLICACIONES ANALITICAS DE COMPUESTOS ORGANICOS COL0153649. Clasificación: C	Mauricio Maldonado Villamil	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quimiosensores</li> <li>● Monolitos</li> <li>● Extracción En Fase Sólida</li> </ul>
SÍNTESIS ORGÁNICA SOSTENIBLE COL0203239 Clasificación: C	Cristian Ochoa Puentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Catálisis heterogénea</li> <li>● Química verde y sostenible</li> <li>● Síntesis orgánica</li> </ul>

Área de Investigación: Termodinámica		
GRUPO DE TERMODINÁMICA CLÁSICA. COL0011062. Clasificación: A1	Carmen María Romero Isaza Miguel Montero Páez Julio Alberto Clavijo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Estabilidad de Proteínas en Solución Acuosa</li> <li>● Estructura del Agua y Soluciones Acuosas</li> <li>● Estudio Físicoquímico de Interacciones en Solución</li> <li>● Físicoquímica Ambiental</li> </ul>
ELECTROQUÍMICA Y TERMODINÁMICA COMPUTACIONAL. COL0040289. Clasificación: C	Marco Fidel Suarez Herrera. Oscar Rodríguez Bejarano	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Electroquímica</li> <li>● Enseñanza de la electroquímica y la termodinámica</li> <li>● Fotocatálisis y Sonoquímica</li> <li>● Polímeros conductores</li> <li>● Sistemas de almacenamiento y generación de energía</li> <li>● Termodinámica Computacional</li> </ul>
GRUPO DE CALORIMETRÍA. COL0007838. Clasificación: A1	Liliana Giraldo Gutiérrez Fernando Gómez Granados	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Calorimetría de Inmersión</li> <li>● Interacciones calorimétricas desde fase acuosa</li> <li>● Interacciones de sólido-líquido</li> </ul>
Área de Investigación: Bioquímica		
BIOQUÍMICA INS & LIBBIQ Universidad. COL0001048. Clasificación: A	María Helena Ramírez Moisés Wassermann Claudia Consuelo Rubiano Castellanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Biología Molecular del Plasmodium</li> <li>● Bioquímica del Plasmodium</li> <li>● Diagnóstico y Quimioterapia de la Malaria</li> <li>● Estudio molecular de la diferenciación en Giardia lamblia</li> <li>● Metabolismo Energético de Parásitos</li> </ul>
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN HORMONAS. COL0009888. Clasificación: A	Yadi Adriana Umaña Mauricio Urquiza Martínez Myriam Sánchez De Gómez.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Biología molecular de hormonas</li> <li>● Biomarcadores en cáncer</li> <li>● Eje GH /IGF y nutrición</li> <li>● Factores de crecimiento, diferenciación y cáncer</li> <li>● Purificación y cuantificación de hormonas</li> </ul>
ESTUDIO DE ACTIVIDADES METABÓLICAS VEGETALES. COL0028972. Clasificación: C	Harold Dubán Ardila Barrantes Sixta Tulia Martínez Peralta. Blanca Ligia Higuera Mancipe	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Interacción planta-patógeno</li> <li>● Bioquímica y Biología Molecular Vegetal</li> <li>● Aplicaciones ómicas en vegetales y hongos</li> <li>● Enzimología</li> </ul>

GRUPO DE INVS. ESTIGACIÓN EN PROTEÍNAS - GRIP. COL0010172. Clasificación: A	Nohora Angélica Vega Castro Edgar Antonio Reyes Montaña	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Characterization and structural studies of lectins from Dioclea</li> <li>● Diseño, síntesis y evaluación de péptidos con actividad biológica</li> <li>● Estudios de Lectinas de algas marinas del Caribe Colombiano</li> <li>● Prospección, detección, purificación y caracterización de lectinas de Labiadas de Colombia</li> </ul>
BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR DE LAS MICOBACTERIAS. COL0056968. Clasificación: A.	Carlos Yesid Soto Ospina, Luz Mary Salazar Pulido Martha Nancy Calderón Gilbert Nicolás Hernández Guarín	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bioinformática y estructura</li> <li>● Compuestos antimicobacterianos</li> <li>● Virulencia y latencia de las micobacterias</li> <li>● enzimas y sistemas de transporte de membrana en bacterias</li> </ul>
BIOQUÍMICA, FITOPATOLOGÍA Y EVOLUCIÓN. COL0033159. Clasificación: Reconocido	Humberto Miguel Zamora	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bioquímica</li> </ul>

## E. VISIBILIDAD NACIONAL E INTERNACIONAL

### E1. Internacionalización del Currículo

El contacto con múltiples instituciones nacionales e internacionales que tiene la Universidad y el fortalecimiento de la internacionalización de los programas de posgrado a través de convenios, permiten desarrollar actividades de investigación conjuntas, movilidad de investigadores y estudiantes y convenios específicos de cotutela con fines de doble titulación. Los indicadores de movilidad internacional muestran que todos los estudiantes y profesores tienen la posibilidad de participar en eventos nacionales e internacionales, como expositores y como organizadores de los mismos. Se observa que prácticamente todos los estudiantes han realizado una pasantía lo cual enriquece su formación con experiencias externas a las de su grupo de investigación, permitiéndoles también entrar en contacto con la comunidad académica internacional.

## F. GESTIÓN DEL CURRÍCULO

### F1. Organización Administrativa

El programa doctoral, depende junto con los otros 3 programas de posgrado del área curricular

de química. Como se mencionó al principio del documento, esta área curricular trabaja de la mano del Comité asesor de posgrado para tratar los asuntos académicos de los estudiantes del programa. El comité está compuesto por el Director del Área Curricular de Química, el Director del Departamento de Química, cuatro profesores activos de los posgrados del área, un representante de los estudiantes y un representante de los egresados.

El Comité se reúne semanalmente durante los períodos académicos establecidos para estudiar las solicitudes estudiantiles y para revisar y analizar las políticas pertinentes al funcionamiento del Doctorado. El Comité propone la creación, apertura y supresión de los programas de posgrado y la creación, suspensión o modificación de las líneas de investigación de los programas de posgrado. Aplica los sistemas de evaluación y acreditación de los programas. Propone el número máximo de estudiantes que pueden ser admitidos, reglamenta el proceso de selección de aspirantes, admite a los estudiantes al programa y recomienda al Consejo la designación de los tutores. El Comité también coordina la realización de los exámenes de calificación, designa los evaluadores de proyectos de tesis. Recomienda al Consejo de Facultad la designación de los directores de tesis y los nombres de jurados para las sustentaciones y atiende todas las solicitudes estudiantiles de su competencia. Propone además las exenciones de pago por rendimiento académico.

El programa se apoya administrativamente en la labor realizada por una secretaria que atiende la recepción las solicitudes estudiantiles y una secretaria administrativa que se encarga de dar trámite a las solicitudes, elaboración de oficios, actas de comités, actas de sustentación, procesos de admisión, entre otros procesos administrativos relacionados a las labores propias de la dirección del área curricular. Dos profesionales, uno para el manejo de equipos del Laboratorio de apoyo a posgrados y otro para el manejo de equipos interfacultades en los que participa el programa (DRX).

## **F2. Perfil general del personal docente del programa<sup>19</sup>**

Los profesores pueden participar en el programa de doctorado de diversas formas: en asignaturas del programa, como coordinadores de los seminarios o como tutores que posteriormente actuarán como directores o codirectores de los estudiantes una vez que el proyecto de tesis es aprobado. También actúan como evaluadores de los seminarios, exámenes de calificación, proyectos de tesis y como jurados de las mismas. Por último, queremos mencionar la participación de algunos profesores en el programa a través de su colaboración como parte del comité asesor del programa. Para ser tutor o director de tesis no se requiere estar adscrito al Departamento de Química. En la actualidad el Departamento de Química cuenta con 89 profesores de los cuales 35 apoyan al programa de Doctorado en Ciencias Química.

El requisito de titulación doctoral es una exigencia para vincularse a la carrera docente a partir de

---

<sup>19</sup> Guía PEP 2012.

2005. Sin embargo, el nuevo estatuto docente permite la vinculación de profesores con título de maestría como mínimo, en la categoría de profesor auxiliar y asistente y sin derecho a dedicación exclusiva, lo cual es deseable para otras áreas del conocimiento que hacen parte importante de la Universidad. Para ingresar a la categoría de profesor asociado o titular se requiere acreditar el título de doctorado.

### **F3. Recursos Físicos y de apoyo a la Docencia** <sup>20</sup>

#### ➤ **Infraestructura física**

Los salones con que cuenta el Departamento incluyen 17 aulas para clase, de las cuales se utilizan 4 para cursos de posgrado y reuniones de los grupos de investigación, además del auditorio 154, empleado para seminarios y conferencias, y del aula máxima, donde usualmente se realizan las sustentaciones de tesis de posgrado. Adicionalmente, los estudiantes al tener acceso a otras asignaturas de posgrado de la Universidad acceden a salones en los diferentes edificios del campus.

Finalmente, a partir del 2018 se inició la construcción del edificio Aulas de Ciencias, donde se podrá contar con acceso a nuevos y modernos espacios para la docencia de pregrado y posgrado. Se cuenta además con una sala de cómputo con 40 computadores para manejo de hojas de cálculo, tratamientos estadísticos y todo lo que compete para cálculos de química computacional. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos y otros realizados desde la Sede Bogotá para mejorar los laboratorios de docencia, es notable la necesidad de invertir recursos en la modernización y actualización de los salones de clase.

En general los investigadores cuentan con espacio para el desarrollo de sus actividades investigativas, que con el tiempo se ha ido adecuando a las necesidades de cada grupo. Los estudiantes de doctorado tienen allí un espacio para realizar su tesis doctoral y una infraestructura básica para estudiar.

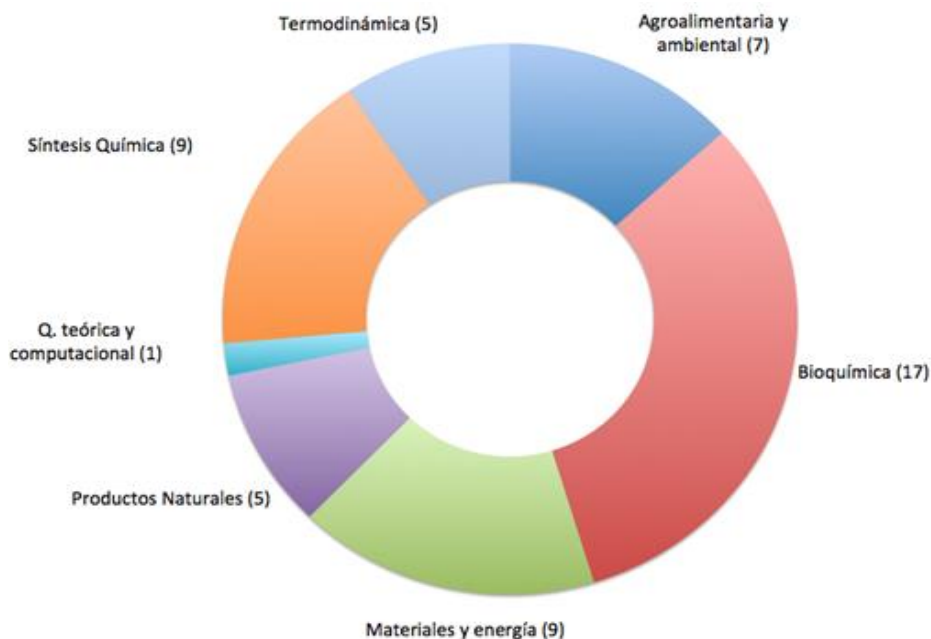
Es importante mencionar que los laboratorios del Departamento pueden cumplir con varias funciones. Tal es el caso de cuatro de ellos:

- Equipos comunes de Bioquímica, en el que se desarrollan actividades de investigación y docencia;
- Análisis de Residuos de Plaguicidas, en el cual se desarrollan las tres actividades misionales de la Universidad;
- Espectrofotometría Infrarroja, en el que se realizan actividades de docencia y extensión;
- Laboratorio de Apoyo al Posgrado, el cual cuenta con equipos de Análisis Elemental, GC-IT, RAMAN, entre otros.

---

<sup>20</sup> Ibid.

La información detallada de los laboratorios de la Facultad se encuentra en la página de la vicerrectoría de Investigación<sup>21</sup>. Estas fuentes nos muestran que el Departamento cuenta con 74 laboratorios de los cuales 53 están dedicados a actividades de investigación, 18 laboratorios dedicados a la docencia, 4 laboratorios dedicados a servicios de extensión y otros 4 laboratorios a servicios auxiliares. La distribución de los laboratorios por línea de investigación que apoyan el programa se presenta en la gráfica 1.



Gráfica 1. Laboratorios por la línea de investigación que apoyan el programa.<sup>91</sup>

Es preciso destacar que dos de los laboratorios del Departamento de Química de la Universidad cuentan con la acreditación otorgada por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC). El primero corresponde al Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas y el segundo al Laboratorio de Extensión y Asesorías.

Además de los laboratorios mencionados, en los laboratorios interfacultades (LIF), se tienen equipos de alta tecnología para realizar actividades de docencia, investigación y extensión. Existen en la actualidad 6 laboratorios interfacultades en la sede de Bogotá: Laboratorio de Fluorescencia de Rayos X, Laboratorio de Microscopía electrónica, Laboratorio de Microscopía Óptica, Laboratorio de Prototipado Rápido, Laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear y el Laboratorio de Ensayos Mecánicos.

En lo referente al acceso a equipos, se cuentan con Equipos Interfacultades tales como: Fluorescencia de Rayos X (FRX), Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), Microscopía Electrónica de Transmisión (MET), Equipos de Microscopía óptica: Estereoscopio, Microscopio invertido,

<sup>21</sup> Listado de laboratorios de la Facultad de Ciencias. <http://www.hermes.unal.edu.co/pages/Consultas/BuscadorLaboratorios>

Microscopio de luz polarizada, Microscopio de fluorescencia, Máquina para Prototipado Rápido, Escáner Láser, Espectrómetro de Resonancia Magnética Nuclear (400 MHz), Máquina Universal de Ensayos, Cromatógrafo Líquido, Difractómetro de Rayos X, Microscopio Confocal, Espectrofotómetro de microplacas, Citómetro de flujo, Ultracentrífuga.

Otros equipos que se encuentran en el Departamento de Química asociados a los distintos grupos de investigación que apoyan el programa de doctorado y algunos equipos de uso común son: Analizador de Texturas, ASAP-2020, Cromatógrafos como GCMS (Q, TQ y IT), GC-olfatometría, GC-NPD, GC-MSD, HPLC-PDA, HPLC-ELSD, HPLC-MS (Q y ORBITRAP), Cromatógrafo en contracorriente (HSCCC), Contador de centelleo líquido, Analizador elemental, Analizador de azufre, Analizador de Nitrógeno, Analizador Termogravimétrico, Calorímetros, DRIFT, Espectrofotómetros, Polarímetro, Espectrómetro de Masas, Microscopios Pectográfico y Petrográfico, concentrador de DNA, horno de hibridación, termocicladores, termociclador en tiempo real, equipos de isoelectroenfoco para 2D, Fotodocumentador de geles, Tensiómetro de volumen de gota, Calorímetro diferencial de barrido, equipo de tubo vibrante para determinación de densidades y velocidad del sonido, Reactores de microondas para síntesis, Reactores de alta presión, 2 Calorímetros de solución, 1 Microcalorímetro de inmersión, 1 Calorímetro de inmersión, 1 Sortómetro para hidrocarburos, Equipo Raman, entre otros.

En equipos de cálculos, se cuenta con dos clusters. Uno con 18 máquinas tipo rack, y dos máquinas por fuera. Adicionalmente, un segundo cluster más potente se encuentra en el cuarto frío en la OTIC el cual cuenta con cinco máquinas de última generación, cada una con tarjetas de video especiales para el procesamiento de cálculos. En esta lista no se incluyen equipos menores ni el acceso a materiales de laboratorio. Vale la pena mencionar que algunos de estos equipos han sido gestionados con recursos de la Universidad y otros con recursos de COLCIENCIAS a través de apoyo a proyectos y apoyo a programas de doctorado.

Por otra parte, el listado aquí presentado muestra el acceso a una amplia variedad de equipos, pero también pone de presente la necesidad de acceder a otros equipos como cromatógrafos LCMS y GCMS de alta resolución con diferentes configuraciones de detector (qTOF, TQ,) ICP-MS, RMN con sondas para sólidos, RMN de 600 MHz o más con criosonda que permitan incursionar en trabajos de investigación en biología estructural, proteómica, metabolómica y lipidómica, por mencionar solo a algunas.

#### ➤ **Recursos bibliográficos, informáticos y de comunicación**

La Universidad como institución cuenta con el Sistema Nacional de Bibliotecas - SINAB, el cual integra los recursos bibliográficos, el talento humano y la infraestructura tecnológica y física para ofrecer información académica y científica. El SINAB presta diferentes servicios. Dentro de los servicios en línea están el acceso a bases de datos, biblioteca digital, catálogo Universidad, diccionarios y enciclopedias, herramientas bibliográficas, servicios de búsqueda, obtención de documentos disponibles en otras instituciones, revistas y libros electrónicos. En cuanto a los



servicios en sala, ofrece consulta en sala, préstamo externo y préstamo interbibliotecario entre otros servicios.

La sede de Bogotá cuenta con tres grandes bibliotecas para su consulta. La Biblioteca Central, la Biblioteca de Ciencia y Tecnología (CyT) y la Hemeroteca Nacional. La Biblioteca Central, “Gabriel García Márquez” cuenta con la colección general, la colección de ciencias de la salud y la colección de libros antiguos. La colección de libros de ingeniería y ciencias, donde se incluyen los de química se encuentran en la biblioteca del CyT. La hemeroteca cuenta con acceso a salas de cómputo para consultas bibliográficas, además del acceso a salas de videoconferencia y la coordinación general de este servicio para el campus, el cual se describe más adelante.

El acceso a bases de datos representa el acceso a colecciones de documentos académicos y científicos especializados en todas las áreas del conocimiento. En ellas se reúnen revistas y otros documentos en los que se consigna la información y la producción de conocimiento necesarias para poder formar como investigadores a los estudiantes de maestría y doctorado.

La Universidad, consciente de la necesidad de ampliar el acceso a contenidos académicos para sus estudiantes y profesores, tiene actualmente contratos con varias editoriales, para un total de 70 contratos en las distintas áreas del conocimiento representados en el acceso a 60.044 revistas, 235.461 libros, 912.254 álbumes de música, fotografía etc y otros productos incluido Thomson Innovation que permite el acceso a más de 70'000.000 de patentes. Dentro de estas revistas unas de las más usadas en Química son las de la American Chemical Society ACS, Wiley online Library, Nature, Annual Reviews, J-Stage, Medline, Scielo, Springer, Taylor & Francis, entre otros. Este listado de recursos electrónicos se puede consultar en la página del SINAB. Como se mencionó, el acceso a estas revistas está garantizado no solo para los miembros de la comunidad académica sino también para los egresados de los programas. Adicionalmente, las tesis de los programas de doctorado y maestría de la institución están disponibles en línea en el Repositorio Institucional, salvo en aquellos casos en los que su contenido es protegido por algún acuerdo de propiedad intelectual. Adicionalmente, cuenta con herramientas para la evaluación de textos como Turnitin.

Uno de los recursos bibliográficos más grandes con que cuenta la institución es el actual convenio Colciencias-Elsevier 2014-2018, en el que hay 52 Universidades (25 públicas y 27 privadas). La participación de la Universidad Nacional de Colombia para el 2017 es del 5.88% del total (US\$ 7.286.133). Colciencias aporta el 9.29%, y el resto, las demás Universidades participantes. Los productos en este contrato vigente son los siguientes: ScienceDirect: incluye la colección Freedom, tiene acceso a texto completo y búsqueda de artículos en 2500 publicaciones, *eBooks* con acceso y adquisición a perpetuidad de la serie de libros adquiridos durante la vigencia, Compendex: Ingenierías, Reaxys: Química sintética, Embase: literatura biomédica y farmacológica, Scopus: índice bibliográfico citacional que da acceso y búsqueda de resúmenes y citas de más de 15.000 publicaciones del mundo y Clinics: medicina. El acceso a estos recursos se puede hacer on line a través de la página del SINAB desde cualquier parte del mundo.

De esta manera, se presenta un panorama favorable para el acceso a recursos bibliográficos, en el cual la Universidad muestra un gran avance en el tema. Sería deseable para nuestro programa, al igual que para otros de la institución, tener algunos accesos para bases de datos mucho más completas como SciFinder, y acceso a otras publicaciones como las de la Royal Society of Chemistry (RCS), aunque se reconoce el alto costo que tienen estos recursos.

## G. ARTICULACIÓN CON EL MEDIO

### G1. Movilidad Académica: La movilidad se presenta en 2 formas: saliente y entrante

#### ➤ **Movilidad Saliente:**

El movimiento de los miembros de la comunidad académica de la Universidad Nacional de Colombia hacia otras instituciones académicas, empresariales, científicas, culturales, artísticas, gubernamentales o deportivas de carácter local, regional, nacional o internacional muestra que, del total de los profesores del programa adscritos al Departamento de Química, entre uno y tres profesores por año realizan pasantías, la mayoría de carácter internacional. Sin embargo, donde se observa una mayor movilidad de los profesores es en su participación en eventos académicos (Congresos, seminarios, talleres, simposios, cursos, entre otros), donde los docentes participan o bien como organizadores o bien como ponentes.

Para los estudiantes, la Universidad ha hecho un esfuerzo administrativo importante durante los últimos años para brindar un marco normativo en el cual ellos puedan desplazarse fuera del país para realizar cursos o pasantías, y a la vez que estudiantes extranjeros puedan hacer lo mismo en nuestra institución. Dentro de estos esfuerzos vale la pena mencionar la normativa que reestructura el manejo de las Relaciones Exteriores en la Universidad y crea y regula la Dirección de Relaciones Exteriores de la Universidad (DRE) las oficinas de enlace en las sedes (ORI) y sus respectivas funciones.

#### ➤ **Pasantía**

Respecto a la movilidad estudiantil para pasantías, el mecanismo existe y se aplica de manera eficiente para estudiantes de posgrado. La movilidad de estudiantes de posgrado se realiza por iniciativa propia de la pareja estudiante-director, a través de sus contactos particulares. Esto, debido a la alta especificidad de los temas a desarrollar en las pasantías. Los estudiantes, antes de irse a sus pasantías, tramitan un permiso ante el Consejo de la Facultad con el visto bueno del comité asesor del programa, pero no siempre solicitan todos los beneficios que se otorgan desde la DRE, como presentación ante embajadas, carné internacional, entre otros. Se aprecia que, si bien no es óptimo el comportamiento en término de número de pasantías, este indicador es satisfactorio.

Las instituciones a donde se han realizado pasantías doctorales, de acuerdo a los datos suministrados por la DRE son: Centre National de la Recherche Scientifique- CERMAV (Francia), University of Glasgow (Escocia); en 2014 a la Friedrich-Schiller-Universität Jena; en el 2015 a Univeristät de Regensburg (Alemania) y Universidad de Alicante (España); 2016 a Kansas State University (Estados Unidos), Universidad de Talca (Chile), Universidad Nacional Autónoma De México (México), Universidad de Sao Paulo (Brasil), Universidad de Alcalá (España), Institute of Protein Research, Russian Academy of Sciences (Rusia), Universiteit Gent (Bélgica), Univeristät de Regensburg (Alemania).

Es importante resaltar el CONVENIO SÍGUEME POSGRADO, que permite el intercambio de estudiantes entre las Universidades colombianas del grupo conocido como G10, que además de cursar asignaturas, permite la realización de pasantías de investigación. También se cuenta con convenios interinstitucionales internacionales que permiten cursar asignaturas en programas doctorales del exterior, así como estancias y pasantías de investigación.

➤ **Investigación**

A través de los profesores del programa se han establecido vínculos estrechos con grupos de investigación de instituciones nacionales y en especial de instituciones internacionales lo cual se ve reflejado en actividades de investigación conjunta y publicaciones en las que participan profesores de la Universidad con miembros de otras instituciones. Lo anterior también ha favorecido la realización de pasantías de investigación de los estudiantes del programa. En los últimos años se observa que los resultados de investigación generan un aporte a procesos de innovación tecnológica lo que se manifiesta en la influencia en la generación de políticas, en las publicaciones y en la obtención de patentes registradas; los indicadores de productividad han sido ampliamente presentados en este documento. Sin embargo, el impacto del programa podría ser mayor si se contara con políticas que favorezcan que ese conocimiento fluya hacia los sectores de la sociedad que puedan hacer uso del mismo.

➤ **Movilidad Entrante:**

Entendida como el movimiento de estudiantes de otras instituciones de educación superior, de carácter local, regional, nacional o internacional, que de manera temporal cursan asignaturas, realizan proyectos académicos, profundización, práctica académica o tesis, en programas de pregrado, posgrado o de educación continuada que ofrece la Universidad Nacional de Colombia, en sus diferentes sedes<sup>22</sup>. Dentro de nuestro programa hemos contado con estudiantes provenientes de otros países como Amilcar Flores Morales (Cuba), Natalia Victorovna Petricheva (Ucrania) y Sandra Judith Naranjo (Ecuador), los tres ya graduados. Como estudiantes visitantes al programa de doctorado, encontramos como ejemplos a Silvana Zucolotto y Geison Costa, dos estudiantes de la Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil) en 2009 y 2011, respectivamente y María Carolina Otálora proveniente de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (Argentina) en el 2013. En lo referente a la movilidad entrante de estudiantes provenientes de programas de doctorado

---

<sup>22</sup> <http://www.posgrados.unal.edu.co/web/files/guiaComitesAsesoresFinal.pdf> p. 21

nacionales, a través de convenios marco, se tiene registro de la movilidad de estudiantes de la Universidad de los Andes y Pontificia Universidad Javeriana. A partir del año 2016 se cuenta con el Convenio SIGUEME para posgrado en el cual participan instituciones como la U. de Antioquia, U. Pontificia Bolivariana, U. Escuela de Administración, Finanzas e Instituto Tecnológico (EAFIT), U. Industrial de Santander, U. de los Andes, U. Javeriana, U. del Norte, U. del Valle y U. del Externado.