

**DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS**  
**PROGRAMA ACADÉMICO 9695**  
**ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS**  
**FACULTAD DE SALUD - UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**SANTIAGO DE CALI – VALLE – COLOMBIA**

**INFORMACION ADMINISTRATIVA**

**PRESENTACION:**

El programa de doctorado en Ciencias Biomédicas se creó con el ánimo de abrir oportunidades de formación avanzada del más alto nivel, apoyados en la investigación existente y en los profesores altamente calificados con que cuenta la Escuela de Ciencias Básicas de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle. El propósito general de este programa es la formación de investigadores capaces de contribuir a la investigación pura y aplicada en las ciencias biomédicas y de poder cultivar estas disciplinas científicas con elevados principios éticos en nuestro país. Para llevar a cabo este propósito, el programa de doctorado pretende que el investigador una vez formado; sea capaz de concebir y presentar proyectos de investigación originales en las áreas de las ciencias básicas, que adquiera la capacidad de transmitir el conocimiento y la mística investigativa a sus estudiantes, y finalmente, que se convierta en líder y generador de nuevos grupos de investigación.

El programa combina los criterios de unos requisitos mínimos de cursos básicos con la flexibilidad curricular, todo lo cual busca formar en sus estudiantes la independencia intelectual y el desarrollo del razonamiento crítico. Los cursos que ofrece proporcionan la información básica para la competencia profesional y las herramientas intelectuales para que el estudiante obtenga, analice e interprete esa información y a su vez desarrolle habilidades de aprendizaje que garanticen el mantenimiento de su nivel de competencia una vez terminados sus estudios.

Este programa, de acuerdo con la misión expresada por la Universidad del Valle en su Estatuto General, y en seguimiento de una trayectoria iniciada hace muchos años, se enmarca en el compromiso de la Escuela de Ciencias Básicas de la Facultad de Salud de promover programas de investigación y estudios de Posgrado del más alto nivel académico y científico. El elemento principal de estos programas es el trabajo investigativo de tipo experimental y el logro de una sólida fundamentación teórica en las correspondientes disciplinas, siempre manteniendo la más estricta adhesión a las normas de la ética y un respeto a los valores propios del quehacer universitario. Por su naturaleza y por tradición, el programa se desarrolla de una manera muy individualizada, con altos valores de la relación entre número de profesores y número de estudiantes.

**DIRECCIÓN E INFORMACIÓN FINANCIERA:**

La resolución No. 024 de mayo 12 de 2005 del Consejo Superior de la Universidad del Valle creó nuevamente el cargo de director del Programa de Postgrado en Ciencias Biomédicas, el cual es designado por el Rector para un periodo de dos años. El primer director de esta nueva etapa se posesionará en el primero de junio de 2005. La máxima autoridad del doctorado la ejerce el Comité de Posgrado donde tienen asiento el Director del Programa de Postgrado en Ciencias Biomédicas; quien lo preside, dos profesores de la Escuela de Ciencias Básicas con el título de Doctor, y un representante de los estudiantes. Asisten como invitados el Director de la Escuela de Ciencias Básicas y el Vicedecano de investigaciones y Postgrado de la Facultad de Salud. De todas las reuniones del Comité de Posgrado se levantan actas por escrito. La Secretaria de Posgrado es la oficina de apoyo administrativo de la Dirección del doctorado. Son funciones del Comité de Posgrado entre otras: 1. Avalar y recomendar al Comité de Posgrado el Plan Curricular individualizado del aspirante a Doctorado propuesto por el tutor, 2. Realizar el seguimiento del progreso académico del estudiante, 3. Emitir un concepto y recomendar sobre equivalencias de créditos de Posgrado que él estudiante haya obtenido a través de asignaturas cursadas antes de su admisión, siempre y cuando ellas estén relacionadas con el Programa académico de doctorado que el estudiante desea realizar.

El programa se sostiene con los recursos y el apoyo administrativo que ha dispuesto para ellos la Universidad del Valle; con ingresos provenientes de parte del valor de las matrículas de los estudiantes; con el componente disponible de los dineros asignados a proyectos de investigación, y con algunos recursos, apropiados por COLCIENCIAS, diferentes a los que esta entidad destina para proyectos específicos de investigación.

#### INFORMACION GENERAL:

El Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas de la Universidad del Valle se creó en junio de 1993 y se aprobó internamente por la resolución 044 del Consejo Académico de la Universidad del Valle el 18 de abril de 1996. Actualmente está aprobado con el registro del ICFES y del MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL Resolución No. 1459 de Junio 27 de 2002. Este registro corresponde a la última actualización que vencerá el 27 de diciembre de 2009. El programa está avalado como un Doctorado en Ciencias Biomédicas, con tres énfasis distintos en Neurociencias, Inmunología, y Biología Molecular. La admisión se realiza dos veces por año, abriéndose inscripciones usualmente en cada semestre, cuya convocatoria de aspirantes se publica en un diario circulación nacional para ingresar a cursar los semestres académicos que van entre enero- mayo y agosto –diciembre. El número de estudiantes admitidos es variable y depende de las capacidades de los distintos énfasis, llegando a un máximo de 10 aspirantes admitidos cada año. El Programa no cuenta con apoyo formal para becas y usualmente estas se tramitan a través del ICETEX y COLCIENCIAS. La matrícula es semestral y tiene un costo de 7.5 salarios mínimos mensuales. Una vez cumplidos todos los requisitos de grado, la universidad le conferirá al nuevo egresado el título de Doctor en Ciencias Biomédicas.

#### RESEÑA HISTÓRICA:

Los estudios de Postgrado en las áreas de las Ciencias Básicas Médicas han funcionado ininterrumpidamente en la Facultad de Salud de la Universidad del Valle desde 1955. Al comienzo se trató simplemente de intentos de profundización de conocimientos en algunos campos de estas ciencias, sin que se otorgara título alguno. En 1967, mediante el acuerdo 005 del Consejo Superior de la Universidad del Valle, se crearon los primeros programas de Maestría conducentes a título en las áreas de Bioquímica, Farmacología, Fisiología, Microbiología, Morfología y Patología y de Doctorado en Bioquímica, Fisiología, Farmacología y Patología. El programa de Doctorado de ese entonces sólo produjo un egresado, en el énfasis en Fisiología; poco después el programa desapareció por falta de financiación. En el año de 1968 los programas de Maestría recibieron licencia de funcionamiento por parte del ICFES; en 1983, en concordancia con la ley 80 de 1980, dicho organismo otorgó la renovación de la licencia.

En 1982 se inició el programa ICFES-BID para incrementar, centrándose en los postgrados, la capacidad investigativa de algunas universidades colombianas; fueron beneficiados por dicho programa, en la Universidad del Valle, los programas de Maestría en Morfología, Microbiología y Fisiología. Esta importante ayuda económica significó su fortalecimiento a través del mejoramiento de la infraestructura física, la capacitación del personal docente mediante pasantías y comisiones de estudio orientadas a la investigación, la adquisición de equipos modernos para el desarrollo de la actividad investigativa y el acopio de material bibliográfico actualizado. El convenio consolidó los programas existentes y dio lugar a la aparición de nuevas líneas de investigación, con apoyo económico de la Universidad del Valle y de entidades auspiciadoras nacionales e internacionales. Así mismo, sirvió para la creación de grupos de investigación interinstitucionales.

En vista de la experiencia acumulada en el desarrollo de los programas de Maestría, la Facultad de Salud inició en 1990 el proceso de revivir el programa de Doctorado que existió en los años sesenta, y decidió estructurar un nuevo programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas. Este programa obtuvo la aprobación del ICFES, según la resolución 136 de 1993; en el año 2000, la Comisión Nacional de Doctorados y Maestrías actualizó su vigencia.

La Universidad del Valle a través del Acuerdo 001 de 1993, emitido por el Consejo Superior, adoptó un Estatuto General acorde con la Ley 30 de 1992, aprobó la reestructuración académico-administrativa y estableció un nuevo marco general de estructura curricular. Bajo esta nueva legislación, y con el ánimo de fortalecerse académicamente y de organizar de manera más eficiente la administración de las diferentes áreas del conocimiento, la Facultad de Salud decidió crear, como elementos integradores, las Escuelas. Así, en el caso de las Ciencias Básicas, los departamentos se agruparon en la Escuela de Ciencias Básicas. Esta nueva organización permitió el establecimiento de una cooperación real entre todos los departamentos básicos con el objetivo de impulsar el mejoramiento docente e investigativo. La Escuela de Ciencias Básicas (ECB), se conforma en 1994 como resultado del proceso de organización de las distintas ramas del conocimiento en la Facultad de Salud, con el ánimo de promover la integración de docentes y estudiantes de diferentes disciplinas. Está integrada por 3 departamentos, Ciencias

Fisiológicas (Bioquímica, Fisiología y Farmacología), Morfología y Microbiología. La Misión de la ECB se enmarca dentro de las 3 actividades fundamentales de la Universidad del Valle: "Academia de pre y postgrado, investigación y Extensión".

Teniendo en cuenta este marco de desarrollo, e interpretando dictados de la Ley 30 de 1992 y de los Decretos 836 y 837 de 1994, la Escuela de Ciencias Básicas de la Facultad de Salud decidió unificar los programas de Maestrías en Bioquímica, Farmacología, Fisiología, Inmunología, Microbiología y Morfología en un solo programa de Maestría en Ciencias Básicas, que pudiera disponer del recurso docente y físico de toda la Escuela para su administración y su desarrollo académico e investigativo. Esta reestructuración bajo un solo programa, aun cuando incluye un énfasis según disciplinas independientes, contribuye a que cada programa específico sea desarrollado de manera más interdisciplinaria. La unificación fue autorizada por el ICFES con la resolución 3328 de 2000. Al propio tiempo, se mantuvo el programa unificado de Doctorado en Ciencias Biomédicas.

A través de estos programas de Maestría y de Doctorado, que por tradición y dada su naturaleza se desarrollan en forma manera altamente individualizada y, por consiguiente, con un reducido número de estudiantes por promoción, se han capacitado alrededor de 150 docentes e investigadores, la mayoría de los cuales se desempeña, con éxito reconocido, en diversas universidades del país y del exterior.

#### OBJETIVOS:

1. Formar investigadores capaces de contribuir a la investigación básica y aplicada en las Ciencias Biomédicas y de poder cultivar estas disciplinas científicas con elevados principios éticos. Para llevar a cabo este propósito, el programa de Doctorado pretende:
2. Formar investigadores capaces de concebir y presentar proyectos de investigación en Ciencias Biomédicas.
3. Formar investigadores capaces de generar, analizar críticamente, y transmitir su conocimiento, para que de esta manera se conviertan en impulsores del desarrollo científico nacional.
4. Formar investigadores capaces de convertirse en líderes y generadores de nuevos grupos de investigación.
5. Formar investigadores en el área de Ciencias Biomédicas con la capacidad de integrarse a líneas de investigación y generar nuevos conocimientos con impacto en el ámbito científico nacional e internacional.
6. Aplicar y generar nuevas tecnologías y transferirlas para beneficio del ser humano, en la búsqueda de soluciones a problemas de salud, vistos desde la perspectiva de las Ciencias Básicas Biomédicas.
7. Formar profesionales con entrenamiento en investigación y en docencia en cada una de las distintas áreas de la Ciencias Básicas Biomédicas, con énfasis en Inmunología, Biología Molecular y Neurociencias.
8. Promover la creación y consolidación de grupos multidisciplinarios de investigación, atendiendo a las tendencias científicas modernas, para que constituyan líneas de investigación que refuercen el programa de Posgrado.

### REQUISITOS PARA INGRESAR AL PROGRAMA:

Según la resolución 044 de 1996, emanada del Consejo Académico, los requisitos de admisión son:

1. Aprobar una prueba de aptitud verbal, matemática y razonamiento abstracto para ingreso a programas de postgrado, administrado por la oficina de Postgrado de la Escuela de Ciencias Básicas.
2. Ser aceptado como aspirante por la Escuela de Postgrado en Ciencias Básicas. Esta instancia decide sobre el ingreso con base en los resultados de la prueba de aptitudes, así como de una entrevista que realiza un comité conformado por el Director de la Escuela de Ciencias Básicas, el jefe del Departamento, Centro o Instituto donde el candidato realiza su tesis doctoral, el Director del Comité de Postgrado en Ciencias Básicas y dos profesores con el título de Doctor escogidos para tal efecto por el Comité de Postgrado en Ciencias Básicas. Durante esta entrevista los estudiantes deben hacer una pequeña disertación sobre el tema de investigación de su interés.
3. Los demás requisitos que exige la Universidad del Valle para la admisión a sus programas de postgrado.

### DURACION DEL PROGRAMA Y ESTRUCTURA CURRICULAR:

El programa tiene una duración máxima de cuatro años y es de tiempo completo y dedicación exclusiva en la modalidad de presencial y diurno.

El Programa Académico de Doctorado tiene una estructura curricular relativamente flexible, individualizada, centrada en la investigación y basada en un sistema de créditos. Para culminar el programa se requiere un número de créditos aprobados no menor de ochenta (80). Las asignaturas referidas a investigación ocuparán una proporción creciente de la carga académica a lo largo del programa. Así mismo el tiempo dedicado a los cursos avanzados y básicos será mayor en las primeras etapas de la formación.

El programa está compuesto de dos ciclos de formación:

Ciclo de **Aspirante**: de 4 semestres de duración, este ciclo culmina al completar 40 créditos y con la presentación y sustentación del proyecto de tesis y un examen de candidatura reglamentado y administrado por el comité de postgrado de la escuela de Ciencias Básicas. Para culminar el ciclo, el aspirante deberá completar los créditos en las siguientes proporciones: 30% en cursos, 20% en seminarios, 50% investigación equivalentes a: 12 créditos en cursos de postgrado básicos y avanzados, 8 créditos en seminarios y 20 créditos en investigación.

Ciclo de **Candidato**: Para culminar el ciclo de candidato deberá completar al menos 80 créditos, de los cuales 40 corresponden al ciclo de aspirante y 40 más en las siguientes proporciones: 90% Investigación, 10% Seminarios equivalentes a 36 créditos y 4 créditos respectivamente.

El programa tiene la siguiente organización curricular. En frente se indica el número de créditos.

### **Primer Semestre**

Bioquímica General Posgrado 4 (Curso Básico)

Biología Celular y Molecular 4 (Curso Básico)

Integridad Científica 1

Seminario de investigación I 1

Club de Revistas 1 (Curso Obligatorio)

Investigación I 1

Total Créditos: 12

### **Segundo Semestre**

Curso Electivo 1

Curso básico del énfasis I 4 (Curso Básico)

Curso avanzado electivo 2

Club de Revistas 1 (Curso Obligatorio)

Seminario de investigación II 1 (Curso Obligatorio)

Investigación II 3

Total Créditos: 12

### **Tercer Semestre**

Docencia Supervisada I 1

Curso avanzado electivo 2

Curso básico del énfasis II 4 (Curso Básico)

Club de Revistas 1 (Curso Obligatorio)

Seminario de investigación III 1 (Curso Obligatorio)

Investigación III 4

Total Créditos: 13

### **Cuarto Semestre**

Docencia supervisada II 1

Curso avanzado electivo 2

Curso básico del énfasis III 3 (Curso Básico)

Club de Revistas 1 (Curso Obligatorio)

Seminario de investigación IV 1 (Curso Obligatorio)

Investigación IV 5

Total Créditos: 10

### **Quinto Semestre**

Seminario investigación V 1 (Curso Obligatorio)

Investigación V 10

Total Créditos: 11

### **Sexto Semestre**

Seminario de investigación VI 1 (Curso Obligatorio)

Investigación VI 10

Total Créditos: 11

### **Séptimo Semestre**

Seminario de investigación VII 1 (Curso Obligatorio)

Investigación VII 10

Total Créditos: 11

### **Octavo Semestre**

Seminario de investigación VIII 1 (Curso Obligatorio)

Investigación VIII 10

Total Créditos: 11

### ASIGNATURAS OFRECIDAS POR EL PROGRAMA:

#### ACTUALIDADES EN BIOQUIMICA

Presentación, análisis y discusión de un trabajo experimental, publicado como artículo científico.

#### ACTUALIDADES EN FARMACOLOGÍA

Discusión de artículos originales sobre temas de interés en el área, incluyendo discusión de la metodología, resultados y conclusiones.

#### ACTUALIDADES EN FISIOLOGÍA

Un pequeño grupo de profesores y estudiantes de posgrado discute periódicamente artículos recientes de investigación fisiológica, mirados como ejemplo de aplicación del método científico y con énfasis sobre limitaciones del conocimiento.

#### ACTUALIDADES EN INMUNOLOGÍA

Se seleccionan y discuten artículos relacionados con temas de Inmunología pertinentes a las líneas de investigación de los estudiantes .

#### ACTUALIDADES EN MICROBIOLOGÍA

Discusión de artículos originales sobre temas de interés en el área, luego de la presentación respectiva del artículo científico realizada por un estudiante de posgrado.

#### ANATOMÍA MACROSCÓPICA

Se estudia la estructura macroscópica del cuerpo humano y sus partes constitutivas, haciendo énfasis en la correlación anatomofuncional.

#### BACTERIOLOGÍA

En este curso se cubren aspectos básicos, avanzados y de taxonomía de las bacterias de importancia clínica. Curso diseñado para dar una información integral en los aspectos evolutivos y taxonómicos con énfasis en la bacteriología humana, ambiental y de alimentos.

#### BASES MOLECULARES DE ENFERMEDADES METABÓLICAS:

Pretende dar una descripción a nivel bioquímico y molecular de los distintos errores innatos del metabolismo

#### BIOLOGÍA MOLECULAR

Descripción de estructura, propiedades y función de macromoléculas biológicas. Métodos de estudio. Tecnología de DNA recombinante y su aplicación. Este curso familiariza al estudiante con los conceptos modernos de la Biología en el estudio y manejo de las macromoléculas de la vida, proteínas y ácidos nucleicos.

#### BIOLOGÍA MOLECULAR DE ORGANISMOS PROCARIOTES

En este curso se analizan los procesos moleculares de la estructura y regulación de los principales virus bacterianos y los procesos moleculares de la estructura y regulación de los principales modelos bacterianos, E.coli y B. subtilis entre otros.

#### BIOLOGÍA CELULAR

Este curso busca llevar al estudiante a que comprenda los fundamentos de la estructura y función celulares, los componentes químicos y su arreglo en las distintas estructuras celulares.

#### BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR

Describe las aplicaciones de la tecnología del DNA recombinante para la solución de problemas biotecnológicos

#### BIOQUÍMICA GENERAL DE POSTGRADO

Noción integrada de estructura y función celulares. Descripción de las moléculas que componen la materia viva y su metabolismo. Degradación y síntesis y sus correspondientes cambios energéticos. Transmisión de la información genética. Control molecular de los procesos celulares.

#### CITOGENÉTICA

Se estudian los procedimientos que llevan a la elaboración de estudios cromosómicos y análisis de cariotipo en el humano.

#### CITOLOGÍA

Se estudia la ultraestructura de los diferentes tejidos y órganos del cuerpo humano. Incluye componentes, técnicas y prácticas.

#### DIFRACCIÓN DE RAYOS X (ELEMENTOS)

Presenta de manera condensada los conceptos de cristalografía de Rayos X y de simetría cristalina.



#### DOCENCIA SUPERVISADA EN BIOQUÍMICA

Participación dirigida, en pregrado, en docencia directa teórico-práctica.

#### DOCENCIA SUPERVISADA EN FARMACOLOGÍA

Actividades docentes tanto teóricas como prácticas realizadas por el alumno de posgrado con la supervisión de los docentes.

#### DOCENCIA SUPERVISADA EN FISIOLOGÍA

Práctica docente en Fisiología con supervisión de los profesores de la sección de Fisiología.

#### DOCENCIA SUPERVISADA EN MICROBIOLOGÍA

Su objetivo fundamental es darle la oportunidad al estudiante de posgrado de enfrentar la cátedra universitaria tanto a nivel teórico (conferencia magistral) como en la coordinación de actividades prácticas o laboratorios, siempre bajo la supervisión de los profesores de posgrado.

#### DOCENCIA SUPERVISADA EN MORFOLOGIA

En este curso se practican las técnicas docentes adecuadas para impartir docencia en asignaturas de Morfología. Se incluyen técnicas docentes y audiovisuales y adiestramiento en los mecanismos de evaluación.

#### ENTOMOLOGÍA MÉDICA

Es un curso teórico-práctico que capacita al estudiante en el conocimiento de los principales grupos de artrópodos causantes o vectores de agentes patógenos.

#### FARMACOLOGÍA GENERAL

Conocimiento de las principales técnicas en farmacología tanto para el proceso de la enseñanza como para la investigación.

#### FISIOLOGÍA

La Fisiología se concibe como el análisis de los procesos biológicos desde el punto de vista de sus mecanismos físicos y fisicoquímicos. Se trata de un curso avanzado en el cual se aborda la fisiología de sistemas, y en este caso particular, el análisis se aplica a los diversos sistemas orgánicos de vertebrados, haciendo énfasis en el humano. Este curso cubre la fisiología cardiovascular, la respiratoria, la renal, la digestiva y la endocrina.

#### FISIOLOGÍA CELULAR AVANZADA

En este curso se tratan con bastante detalle y profundidad algunos mecanismos básicos propios de las células excitables y contráctiles así como los procesos de comunicación intra e intercelular.

#### FISIOLOGÍA TEMAS ESPECIALES

Cursos avanzados sobre un tema particular de Fisiología en cada semestre, con asignación de aspectos específicos a profesores y estudiantes graduados. Presentaciones de tipo seminario, dirigido a todo el personal de Fisiología. Todo estudiante graduado debe participar al menos en dos semestres.

#### HISTOEMBRIOLOGÍA

Se estudia la composición microscópica y ultraestructural de los diferentes tejidos y órganos y se analiza el origen de cada órgano y sistema, haciendo énfasis en las alteraciones o defectos de desarrollo que pueden ocurrir.

#### INMUNOLOGÍA

En este curso teórico-práctico el estudiante recibe una información global y relativamente profunda de la respuesta inmune, su naturaleza, importancia y aplicación en otros campos de las ciencias. El curso se complementa con prácticas sobre inmunología celular y humoral.

#### INMUNOLOGÍA I, II, III

En estos cursos se pretende familiarizar al estudiante con los conceptos y la terminología en el área de la inmunología. Se revisan los conceptos básicos y avanzados sobre el desarrollo y funcionamiento normal y patológico del sistema inmune, así como los mecanismos de amplificación de la respuesta.

#### INMUNOQUÍMICA

Se analizan los niveles de organización estructural de los anticuerpos y de las inmunoglobulinas como también las relaciones del complejo antígeno-anticuerpo.

#### INTRODUCCIÓN AL MÉTODO CIENTÍFICO

Este curso capacita al estudiante en la aplicación del método científico en la investigación, el análisis crítico de la literatura científica y lo prepara para la elaboración de protocolos de investigación.

#### INVESTIGACIÓN EN BIOQUÍMICA I-IV

Investigación desde el punto de vista bioquímico de un problema seleccionado entre las líneas de investigación en marcha.

#### INVESTIGACIÓN EN FISIOLOGÍA I-IV

En el primer semestre el estudiante rota a través de los proyectos de investigación en curso en la sección de Fisiología. En los semestres restantes, realiza investigación original con dirección y la ayuda de un profesor Director de Tesis, incluyendo planeación de la investigación y redacción del proyecto de trabajo, desarrollo del mismo y análisis y presentación de resultados en los seminarios, en una defensa de tesis formal y en una tesis escrita que debe ser aprobada por un jurado académico ad-hoc. El énfasis recae sobre la práctica del método científico a través del manejo experimental cuantitativo de un problema fisiológico real.

#### INVESTIGACIÓN EN FARMACOLOGÍA I-IV

Investigación original bajo la guía de un profesor tutor. Con esta investigación se realiza el trabajo de tesis.

#### INVESTIGACIÓN EN INMUNOLOGÍA I-IV

A través de estos cursos el estudiante adquiere los fundamentos de investigación científica, se revisan el marco teórico y los protocolos de investigación encaminados a obtener resultados en su trabajo de tesis de grado.

#### INVESTIGACIÓN EN MICROBIOLOGÍA I-IV

Incluye la preparación escrita del proyecto de investigación-tesis, la ejecución de la misma de manera práctica en el laboratorio.

#### INVESTIGACIÓN EN MORFOLOGÍA I-IV

Se dan las bases del fundamento científico en la investigación y en manejo del laboratorio y se inicia el proyecto de trabajo de tesis.

#### LECTURAS DIRIGIDAS EN FISIOLÓGÍA

Uno o dos estudiantes graduados y otros tantos profesores interesados en un tema específico de investigación, discuten periódicamente artículos de investigación sobre el tema que han leído previamente y desean entender en profundidad.

#### METABOLISMO DE GLÍCIDOS Y LÍPIDOS:

Conocimiento e integración de las diferentes vías del metabolismo de glúcidos, su regulación e integración con el metabolismo de lípidos.

#### MICOLOGÍA

Curso teórico-práctico donde se adquieren conocimientos acerca de los hongos de importancia médica, su morfología, hábitat, antigenicidad y virulencia. Adicionalmente el estudiante se familiariza con los métodos de laboratorio propios del área.

#### NEUROANATOMÍA FUNCIONAL

Se estudia la estructura macroscópica y microscópica del sistema nervioso, relaciones sinápticas y circuitos sinápticos y organización de los sistemas sensoriales y motores desde el punto de vista morfo-funcional.

#### NEUROFISIOLOGÍA AVANZADA

A través de este curso se trata de dar una visión del funcionamiento de los grandes sistemas neurales, en sus componentes periféricos y centrales. Se hace particular énfasis en los sistemas motores y sensoriales, pero se incluye un tratamiento de las funciones cerebrales superiores y del sistema neurovegetativo.

#### NEUROPSICOFARMACOLOGÍA

Neuromoduladores: analgésicos opiáceos y antagonistas; analgésicos anti-inflamatorios; hipnóticos; anticonvulsivantes y antiepilépticos; antiparkinsonianos. Psicofarmacología, farmacodependencia.

#### PARASITOLOGÍA AVANZADA

Los objetivos de este curso teórico-práctico son el conocimiento detallado de los principales grupos de parásitos, su ciclo de vida, taxonomía, las relaciones hospede-

parásito, epidemiología y diagnóstico. Se revisan la taxonomía y la biología de los protozoos y metazoos.

#### PROTEÍNAS Y ENZIMAS

Estudio de elementos estructurales básicos de las proteínas. Relación estructura- función. Comprensión de los mecanismos de acción enzimática.

#### PROTEÍNAS

En este curso se analizan los elementos básicos de las proteínas, se identifican sus interacciones, relaciones espaciales como también la interpretación de hallazgos experimentales

#### QUÍMICA ORGÁNICA (METODOLOGÍA SINTÉTICA)

En este curso se explica mecanísticamente todos los pasos de reacción involucrados en las secuencias sintéticas de diferentes moléculas.

#### SEMINARIO EN BIOQUÍMICA I–IV

Revisión amplia de temas bioquímicos, fisiológicos y farmacológicos.

#### SEMINARIO EN FARMACOLOGÍA

Presentación de temas de farmacología con énfasis en avances recientes y aspectos críticos.

#### SEMINARIO EN FISIOLÓGIA

Cubre proyectos y/o resultados de investigación en curso, o revisiones críticas de temas circunscritos de Fisiología, elegidos de acuerdo con el coordinador. Las presentaciones a cargo de profesores y estudiantes graduados se hacen para todo el personal de Fisiología. El énfasis recae en aspectos críticos de avances recientes y profundización de los temas.

#### SEMINARIO EN MORFOLOGÍA I Y II

Se revisan temas específicos de parte de profesores y estudiantes graduados, donde se profundiza en los aspectos morfofuncionales que complementan el estudio estrictamente morfológico.

#### SEMINARIO EN MICROBIOLOGÍA

Los estudiantes de posgrado, los profesores del programa e invitados participan en la discusión y crítica de un tema específico presentado por cada estudiante graduado en una exposición concerniente a revisiones de literatura o resultados de experiencias de investigación en áreas especializadas.

#### SEMINARIO CALIDAD Y SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

Pretende capacitar a los participantes en parámetros de control de calidad y de seguridad en el laboratorio.

#### SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

Neurotransmisión, sistema colinérgico, receptor nicotínico y muscarínico, sistema adrenérgico, neurotransmisores.

#### TRABAJO ESPECIAL EN BIOQUÍMICA

El curso comprende la ejecución, por parte del estudiante, de un trabajo experimental en un problema específico de laboratorio bajo la discusión permanente de los profesores.

#### TÉCNICAS EN INVESTIGACIÓN I Y II

Conocimiento, comprensión y aplicación de los principios teóricos en los cuales se basan los diferentes métodos empleados en la investigación en algunas de las ciencias biológicas.

#### TÉCNICAS EN ANATOMÍA MACROSCÓPICA I Y II

Se estudian los procedimientos de preservación y disección de material anatómico para uso didáctico.

#### TÉCNICAS EN CITOLOGÍA I Y II

Se enseñan los procedimientos que llevan a la obtención de muestras de tejidos para ser examinados, a microscopía de luz y microscopía electrónica.

#### TESIS (EN LOS DISTINTOS ÉNFASIS)

Elaboración escrita y sustentada del desarrollo, resultados y discusión del trabajo de investigación realizado bajo la dirección y la ayuda de un profesor Director de Tesis. La tesis debe ser aprobada por un jurado académico ad-hoc

#### TÓPICOS DE BIOQUÍMICA

En este curso se profundiza en el conocimiento de la estructura, propiedades y función de biomoléculas, fundamentos en literatura reciente.

#### TOXICOLOGÍA

Formas de intoxicación, prevención, laboratorio analítico de toxicología, tratamiento del intoxicado, antidotos, pesticidas, rodenticidas, fungicidas, herbicidas, toxicología ambiental.

#### TÉCNICAS DOCENTES

En esta actividad se pretende ilustrar a los participantes sobre diferentes aspectos a tener en cuenta para lograr una adecuada comunicación que le permitan presentar sus trabajos en forma coherentemente, así como transmitir sus conocimientos.

#### VIROLOGÍA

El curso ha sido diseñado con el fin de dar al estudiante un conocimiento integral avanzado de la estructura, ciclo de replicación y biología de virus animales con énfasis en vertebrados.

#### REQUISITOS PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR EN CIENCIAS BIOMÉDICAS:

Según la Resolución 044 de 1996, emanada del Consejo Académico, los requisitos de grado son:

1. Haber sido aceptado como Candidato al Título de Doctor
2. Haber permanecido matriculado en el programa de Doctorado por un tiempo mínimo de dos años
3. Haber completado al menos ochenta (80) créditos de trabajo académico con base en materias de Postgrado. Cursos Básicos, Cursos Avanzados, Seminarios de Investigación y Actividades Investigativas con una nota promedio-crédito no inferior a tres con cinco (3.5).
4. Demostrar capacidad para comunicarse en idioma Inglés, según lo certifique el Departamento de Idiomas de la Universidad del Valle.
5. Aprobar una disertación Doctoral basada en un trabajo de Investigación original que represente un aporte al conocimiento científico. El Candidato hará su disertación Doctoral ante un jurado conformado por cinco (5) miembros, nombrados por el Comité de Postgrado en Ciencias Básicas, de los cuales por lo menos dos (2), serán investigadores externos a Universidad del Valle. Todos los miembros de jurado deberán tener el título de Doctor o en su defecto ser investigadores de reconocida trayectoria, en concepto del Comité de Postgrado en Ciencias Básicas.
6. Haber publicado o tener aceptado para publicación un artículo en una revista Internacional de reconocido prestigio. El artículo versará sobre el tema objeto de la Tesis Doctoral.
7. Cumplir con los demás requisitos que las normas vigentes de la Universidad del Valle exigen para optar al Título de Doctor.

#### PROGRAMAS ACADÉMICOS DE DOCTORADO Y AFINES EN LA INSTITUCIÓN:

1. Maestría en Ciencias Básicas Médicas con énfasis en Morfología, Bioquímica, Fisiología, Farmacología, Microbiología, Inmunología, y Neurociencias.
2. Programa de Especialización Medicina Clínica.
3. Programas de pregrado en Medicina y Cirugía, Enfermería, Fonoaudiología, Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Odontología, Psicología y Biología Ciencias.
4. Programas de doctorado en Ciencias: Química, Física, y Biología.

#### PERFIL DEL EGRESADO:

El egresado del Doctorado en Ciencias Biomédicas con énfasis en Neurociencias deberá:

1. Estar en la capacidad de generar proyectos de investigación de carácter multi y transdisciplinario en el área las Neurociencias.
2. Estar en la capacidad de desempeñarse bajo estrictas normas éticas y de rigor científico.
3. Deberá generar núcleos de investigación en Centros, Institutos o Universidades a los cuales se vincule.
4. Tener capacidad para entender la literatura científica en el campo de las Ciencias biomédicas, y así mismo de formular proyectos de investigación dentro de su campo de acción.
5. Crear y proyectar nuevas condiciones para el desarrollo científico, en diferentes regiones del país, donde las condiciones de investigación son precarias.
6. Poseer una disciplina de trabajo en ciencia como un proyecto de vida.
7. Estar en la capacidad de interactuar con grupos de investigación del exterior.

8. Tener destrezas en el manejo de métodos y técnicas modernas empleadas para la solución de preguntas y problemas biomédicos.
9. Tener capacidad de realizar funciones de docencia y de coordinación científica, académica y administrativa de programas educativos relacionados con su formación.

#### CONVENIOS Y PROGRAMAS ACADEMICOS QUE APOYAN EL DESARROLLO DEL DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMEDICAS:

La Universidad del Valle ha celebrado alrededor de 430 convenios con instituciones de educación superior o con entidades dedicadas a la investigación. Relacionados con los programas de posgrado en Ciencias Básicas Médicas, existen en la actualidad convenios con las universidades Nacional de Colombia, de Antioquia y del Norte, en el ámbito nacional, y una serie de convenios con universidades extranjeras que se detallarán enseguida. Hay, además, convenios con instituciones como el CIDEIM, el CIID, la FES, COLCIENCIAS, la Fundación Sasakawa, la Fundación FUCEP, el TDR-OMS y la Secretaria de Salud del Valle. Por otra parte, las diferentes escuelas de la Facultad de Salud que tienen programas de posgrado, así como otras facultades de la Universidad que cuentan con planes de estudio de formación avanzada, también sirven de apoyo y ofrecen cursos para los posgrados de Ciencias Básicas Médicas. Se mencionan a continuación los programas que en mayor grado contribuyen a la infraestructura académica de los programas de posgrado en Ciencias Básicas Médicas:

- Programas de Doctorado y de Maestría en Ciencias y en Biología
- Programas de Maestría y de Especialización en Salud Pública y Epidemiología
- Programas de Especialización en Ciencias Clínicas
- Programa de Medicina y Cirugía
- Programa de Odontología
- Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico

A continuación se presentan los principales convenios vigentes con instituciones extranjeras:

**Universidad de Alabama:** Con esta Universidad se mantiene un convenio de intercambio docente en las áreas de Ortopedia y de Ciencias Básicas para el entrenamiento de estudiantes y docentes de la Facultad de Salud.

**Universidad de Harvard:** Se tiene un convenio, apoyado con fondos de la FES, para entrenamiento de estudiantes, especialmente de las áreas de Ciencias Básicas y de Salud Pública.

**Universidad de Tulane:** Está vigente con esta universidad, desde hace muchos años, un convenio para la colaboración académica en Medicina y Ciencias Básicas, en los niveles de pre y posgrado.

**Universidad de Lausana:** Ha celebrado un convenio de cooperación con el grupo de inmunología, con el que desarrolla, desde hace varios años, proyectos de investigación en el área de inmunología de vacunas.

**Universidad Médica de Carolina del Sur:** Mantiene con la Universidad del Valle una estrecha relación en las áreas de Ciencias Clínicas, Odontología y Genética. En años anteriores varios profesores de la Facultad de Salud han realizado pasantías en esta Universidad.

**Universidad de Hokaido:** Existe convenio para las áreas de Patología, Ciencias Clínicas y Ciencias Básicas a través del cual se realizan actividades de investigación en el Laboratorio Sasakawa de la Facultad de Salud y se reciben profesores visitantes.

**Universidad de Bordeaux:** Convenio en el área de Neurociencias.

**Instituto Mexicano de Psiquiatría y la UNAM:** Se tiene con estas entidades un proyecto conjunto de Neurociencias en el área de sueño y comportamiento. Mediante este proyecto se plantean actividades de investigación conjunta y de formación avanzada.

**Universidad de Louisiana, LSU.** Con esta universidad se mantiene una relación de apoyo en el área de neuropatología, con ofrecimiento de posibilidades de rotación de estudiantes de postgrado de Neurocirugía y de asesoría al grupo de investigación en piel e histoquímica de péptidos.

**Universidad de Sao Paulo:** Se están realizando proyectos conjuntos de investigación en epilepsia experimental y estudios citoarquitectónicos en el sistema nervioso central. Se contempla la posibilidad de colaboración para formación avanzada en el campo de la Neurociencia.

**Universidad Santiago de Compostela:** Se mantienen con su Departamento de Química Orgánica, desde el año 1991, un programa de investigación conjunta sobre plantas medicinales de Colombia.

**Universidad de Barcelona:** Hay relaciones formales de cooperación para el programa de investigación en plantas medicinales.

**Instituto Oswaldo Cruz de Brasil:** Se desarrollan proyectos colaborativos con el grupo de Inmunología

**Red Mundial de Primates:** El grupo de Inmunología de la Facultad de Salud forma parte de esta red.

**Instituto de Investigación de Enfermedades Crónicas Virales:** Se desarrollan proyectos de investigación con la posibilidad de intercambio docente.



**Departamento de Cirugía Ortopédica de la Universidad de Kagoshima:** Se han iniciado trabajos de investigación colaborativos con profesores de Ortopedia, Radiología y Morfología de la Universidad del Valle.

**Departamento de Medicina Interna y Servicio de Transfusiones del Hospital Universitario y de la Universidad de Kumamoto:** Con estas entidades se están realizando trabajos de investigación en el área de los virus HTLVI y II y ATL.

**Hospital Nacional de Kumamoto:** del centro de investigaciones de dicho hospital, Con este hospital hay convenio de intercambio docente.

**Rockefeller University de N.Y:** Esta institución colabora en el tema de secuenciamiento viral con el grupo correspondiente de la Universidad del Valle.

**Instituto Pasteur:** Con su unidad de Oncovirus se ha iniciado un trabajo en secuenciamiento viral de retrovirus y de nuevos virus Herpes (Sarcoma de Kaposi). En este proyecto se incluyen actividades de intercambio académico.

**Universidad Pierre y Maria Curie:** Con su laboratorio de Citología se desarrolla un proyecto conjunto en transportadores de glucosa Glutt II y IV. Con el laboratorio de Neuroquímica de la misma Universidad se ha iniciado una relación para realizar intercambios académicos.

## **PLAN DE ACCION**

### **ORGANIZACIÓN E INFRAESTRUCTURA DEL PROGRAMA DOCTORAL:**

El Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas de la Universidad del Valle está dividido en tres énfasis de formación académica e investigativa; Inmunología, Neurociencias, y Biología Molecular. Como se ha visto en la reseña histórica el Programa ha ido evolucionando desde un concepto de formación por áreas académicas, lo cual aun se refleja en nuestro Programa de Maestría, hacia un concepto de investigación multidisciplinaria y transdisciplinaria, basada en problemas y en disciplinas “modernas” que se formaron hacia finales del siglo XX, con base en los desarrollos de las ciencias biomédicas, particularmente aquellos de la segunda mitad de dicha centuria. Durante este proceso de cambio se han ido consolidando los grupos de investigación que son la base del desarrollo fundamental del programa.

Es claro que la dinámica de todos estos grupos sufre altibajos determinados mas por las condiciones socioeconómicas del país, que en ocasiones hacen difícil atraer recursos humanos de calidad hacia el campo de la investigación biomédica, sin embargo, es dado pensar que el nivel de desarrollo y la madurez que han logrado estos grupos les garantiza hacia el futuro estabilidad y crecimiento. Consideramos, en todo caso que si se conjugan ciertas condiciones este proceso de crecimiento puede ser más rápido. En este sentido, el interés principal de la escuela de Ciencias Básicas y del Comité de Postgrado en este momento, es buscar una mayor cooperación entre los distintos grupos, una mayor

integración de los docentes-investigadores y los estudiantes de los distintos grupos, y favorecer así la investigación multidisciplinaria al interior de la Escuela y del Programa de doctorado. Todo ello en el entendido que esta cooperación dará como resultado el fortalecimiento de la capacidad investigativa de la Escuela y por lo mismo un incremento en la competitividad de los distintos grupos, lo cual a su vez debe redundar en un mejoramiento de la calidad del Postgrado. Esto, sin duda ayudara a atraer mejores recursos humanos, si se da un apoyo eficiente de Estado colombiano frente a las crecientes demandas que implicarían el atraer mayor cantidad de gente hacia el campo de la investigación biomédica.

Frente a estos retos, identificamos dos problemas fundamentales en los cuales el Estado colombiano puede ayudar a acelerar este proceso. Primero, que se otorgue un mayor número de becas a estudiantes de doctorado nacionales. Ello permitiría atraer jóvenes investigadores que hoy emigran hacia el primer mundo por la falta de oportunidades en nuestro medio. Y segundo, que haya un mayor apoyo directo a los doctorados que permita la consecución de equipos que por su elevado costo son imposibles de comprar a través de una propuesta de investigación. Con base en esto el Comité de Postgrado ha orientado sus metas a: 1. trabajar por que haya una mayor integración entre todos los docente-investigadores del postgrado, 2. poner en marcha una serie de mecanismos que hagan más atractivo el postgrado a jóvenes investigadores, 3. crear un laboratorio central de uso general que este bajo administración de la directiva del postgrado, y 4. lograr un fortalecimiento económico del postgrado centralizando los ingresos que hoy están dispersos en los Departamentos de la Escuela. Consideramos que el grado de madurez alcanzado por nuestros grupos y mediando el apoyo de Estado, permite ser optimistas en torno al logro de las metas propuestas.

En el último año hemos venido trabajando en el restablecimiento de una relación de vieja data con el CIDEIM. La vicerrectoria de investigaciones ha liderado este proceso y nosotros hemos buscado fortalecer e institucionalizar esta relación, toda vez que se viene dando de manera informal a través de los puentes de comunicación que establecen los estudiantes. Tanto el CIDEIM como la universidad hemos comprendido la importancia para el sur occidente colombiano, de fortalecer estas relaciones. En este sentido el programa ha cursado invitación a los Dres. Nancy Saravia, John Walker, Lida Osorio, Clara Ocampo y Bruno Travi para que se vinculen como docentes ad-honorem de la universidad y de esta forma entren a formar parte del grupo de profesores del programa de doctorado. Como resultado de lo anterior preparamos la primera convocatoria conjunta para junio de 2005, lo cual esperamos, se vera reflejado en el DocLac del año próximo.

Igualmente, venimos adelantando un fortalecimiento del programa de Maestría, buscando que su orientación sea netamente hacia la investigación. Planeamos atender las demandas de profesionales que buscan su profundización en formación Biomédica básica a través de la creación de un programa de especialización. Institucionalmente logramos que la Universidad del Valle creara nuevamente la dirección de postgrado de la Escuela de Ciencias Básicas, como un reconocimiento a la labor y a la importancia de nuestros programas de postgrado en el contexto nacional. Esta comenzara a funcionar a partir de

junio de 2005 cuando retomara autonomía del Vicedecanato de Investigaciones y postgrado.

Presentamos a continuación algunos indicadores importantes del postgrado y la información consolidada de los diferentes grupos, respecto de sus planes internos de desarrollo. El Postgrado cuenta en estos momentos con 17 docentes de los cuales 9 tienen formación de doctorado y el resto tiene formación de maestría. En la actualidad contamos con 17 estudiantes activos, 6 admitidos y 5 egresados. La historia muestra una marcada preferencia por el programa de maestría por encima del de doctorado, tendencia que buscamos revertir o al menos equilibrar. Sin embargo, la tasa de deserción de la maestría es mucho más alta que la del doctorado. Lo que nos indica que hay que reforzar el trabajo que se esta haciendo en las maestrías y hacer mas atractivo el programa de doctorado para que los jóvenes investigadores lo prefieran a la opción de salir al exterior. Hasta la fecha, desde 1968, se han graduado en los dos programas el siguiente número de estudiantes:

<b>MAESTRIA</b>	<b>H as ta 19 93</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>TOTAL</b>
BIOQUIMICA	31	1	-	1	3	-	-	-	-	36
FARMACOLOGIA	11	1	-	1	2	2	-	-	2	19
FISIOLOGIA	20	2	1	2	-	-	1	-	-	26
MICROBIOLOGIA	20	1	1	7	3	4	1	4	1	42
MORFOLOGIA	19	3	2	1	4	1	-	-	-	30
<b>TOTAL</b>	101	8	4	12	12	7	2	4	3	153
<b>DOCTORADO</b>										
FISIOLOGIA	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
NEUROCIENCIAS	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
INMUNOLOGIA	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
<b>TOTAL</b>	1	-	-	-	-	-	2	1	-	4

#### GRUPOS, LINEAS DE INVESTIGACION, PROYECTOS Y METAS PROPUESTAS:

##### **1. GRUPO DE INMUNOLOGIA (<http://www.inmuno.org/mision-esp-nueva.htm>)**

El programa de doctorado en Ciencias Biomédicas con énfasis en Inmunología fue creado para dar respuesta a los retos planteados por las enfermedades tropicales en Colombia y en particular en la región del Pacífico colombiano. Está orientado a formar investigadores con la capacidad para responder a estos retos que, están centrados principalmente en el área del desarrollo de vacunas y medicamentos contra estas enfermedades tropicales, a través del uso de la bioinformática, de la proteómica, y la genómica. El programa gravita en torno a

las labores que desarrolla el Instituto de Inmunología del Valle, el cual fue creado formalmente en 1995 como una unidad académica de la Universidad del Valle, con el objeto de servir de epicentro para el desarrollo de investigación científica y formación académica en el área de la inmunología y áreas afines. El Instituto fue propuesto aprovechando los avances de los 10 años precedentes, teniendo como base los laboratorios y centros establecidos por el grupo de inmunología en diferentes lugares geográficos de Colombia. Estos laboratorios y Centros especializados en diferentes disciplinas y áreas del conocimiento, eran todos coordinados o relacionados con la Universidad del Valle. Desde el momento de su creación como Instituto, ha venido trabajando en la organización de sus actividades de investigación y docencia, complementadas con actividades de extensión, a través de oferta de servicios a la industria. En el campo docente, el Instituto ofrece formación en inmunología a estudiantes de pre y postgrado en niveles de maestría y doctorado. En el campo científico ha logrado consolidarse como uno de los Centros de Excelencia Científica en Colombia y mantiene una extensa red de Cooperación Internacional. Durante los años 2000 y 2001 el Instituto logró la iniciación de dos grandes programas de alcance internacional: a) El International Center for Malaria Vaccine and Drug Testing (MVDC) y b) el Tropical Medicine Research Center (TMRC). A través de su interacción con las comunidades de áreas maláricas el Instituto ofrece programas de educación y prevención en salud a comunidades pobres del Litoral Pacífico de Colombia, afectadas por malaria y muchas otras enfermedades infecciosas asociadas con la pobreza.

El Instituto tiene como misión "contribuir al mejoramiento de la calidad de vida, mediante la aplicación del conocimiento biomédico, a través del desarrollo de actividades de investigación en diferentes campos con énfasis particular en la inmunología de enfermedades infecciosas prevalentes en Colombia y demás países tropicales". Sus objetivos generales son:

- 1 Realizar investigación básica y aplicada en enfermedades infecciosas desde las distintas disciplinas de las ciencias biomédicas.
- 2 Fomentar el interés científico por la investigación científica en el área biomédica y su aplicación en la solución de problemas de la salud humana.
- 3 Promover el desarrollo de estudios superiores del más alto nivel relacionados con la inmunología y la biología celular y molecular.
- 4 Mejoramiento de la prestación de servicios de diagnóstico de laboratorio.
- 5 Brindar asesoría y consultoría científica a agencias privadas y gubernamentales.

El Instituto tiene una política de formación y calificación de recurso humano para el desarrollo de investigación de frontera en el marco de un activo programa de cooperación científica. La formación de recurso humano se desarrolla a través de los programas académicos que ofrece dentro de la Universidad del Valle y de sus miembros a través de pasantías en Centros de Investigación nacionales e internacionales de reconocido prestigio. Para este proceso el Instituto ha contado con el apoyo continuo de agencias nacionales y extranjeras. En el marco de esta política, el Instituto organiza periódicamente, cursos y talleres especializados de alcance nacional e internacional que han permitido que la actualización en las técnicas de mayor actualidad y utilidad. Por el alcance internacional de

estas actividades el Instituto capacita profesionales de instituciones de otros países de América Latina. El Instituto agrupa a profesores de distintos Departamentos y Facultades de la Universidad del Valle, así como a investigadores de otras instituciones de Cali que comparten una infraestructura de laboratorio. Los múltiples vínculos internacionales le permiten al Instituto compartir sus recursos con científicos de todo el mundo en busca de soluciones a problemas de salud humana.

El instituto desarrolla sus actividades de investigación, docencia y extensión en el área de la inmunología y disciplinas afines. El conocimiento y las técnicas inmunológicas se utilizan para el estudio de la respuesta inmune, respuesta a microorganismos de importancia epidemiológica en Colombia y otros países tropicales, así como el estudio de los mecanismos moleculares asociados con patología materna y perinatal. El instituto ha dado particular importancia al estudio de las enfermedades tropicales como la malaria, el dengue y TBC. Adicionalmente uno de los grupos del instituto ha contribuido al entendimiento de procesos de alteración de la respuesta inmune durante el estrés y en procesos patológicos asociados con el embarazo.

La importancia de fortalecer este grupo de Inmunología se basa en:

- a. La inmunología tiene notable impacto en la prevención de enfermedades infecciosas y parasitarias.
- b. La respuesta inmunológica normal y sus alteraciones están estrechamente relacionadas con la salud y la enfermedad general.
- c. La práctica de Medicina clínica requiere tanto para el establecimiento del diagnóstico como para el tratamiento y el pronóstico de las enfermedades, de las técnicas que aporta la inmunología.
- d. El conocimiento en inmunología está en constante evolución y los centros e institutos de investigación y formación avanzada deben comprometerse con su desarrollo.
- e. La población colombiana tiene problemas de salud que podrían beneficiarse significativamente de la formación avanzada de profesionales y la realización investigación básica y aplicada. Patologías como el cáncer, las enfermedades auto inmunes y enfermedades infecciosas son de alta prevalencia en la región.
- f. A pesar de la reciente demanda de profesionales con formación avanzada en el campo de la inmunología Básica, en Colombia solo existe un número reducido de programas formales de postgrado en el área.

### *1.1 Infraestructura:*

#### *1.1.1 Planta física:*

El estudiante tendrá acceso a las facilidades del Instituto de Inmunología del Valle en sus diferentes localizaciones.

- Instituto de Inmunología del Valle ( Sede San Fernando)

Los estudiantes interesados en técnicas in-vitro, cultivos celulares y de parásitos, pruebas serológicas, síntesis de pépticos, análisis de proteínas. Tendrán acceso a las Unidades de Biología Celular; Biología Molecular, e Inmunquímica.

- Instituto de Salud del Pacífico, INSALPA ( Buenaventura)

Estudiantes interesados en estudios epidemiológicos en enfermedades tropicales, entomología, estudios de resistencia a medicamentos antimaláricos, tendrán acceso a la estación de campo de campo del Instituto en Buenaventura.

- Fundación Clínica Valle del Lili ( Cali)

Los estudiantes interesados en histocompatibilidad, trasplantes y ensayos clínicos de vacunas, adelantaran su entrenamiento en el laboratorio de investigación clínica y Molecular en la Fundación Clínica Valle del Lili.

- Centro de Primates

Los estudiantes interesados en ensayos pre-clínicos de vacunas y medicamentos, o en la biología de primates no humanos, adelantaran su entrenamiento en las instalaciones del Centro de Reproducción de Primates en la Ciudad Universitaria de Meléndez, como en los laboratorios el Centro Experimental en el corregimiento de Cauca Seco, área rural de Cali.

### *1.1.2 Equipos:*

El instituto cuenta con equipos especializados en sus diferentes laboratorios distribuidos así: equipo lector de Elispot, cabinas de bioseguridad, contador beta, lector Elisa, incubadoras, congelador -70. El **Laboratorio de Química** cuenta con sintetizador de péptidos, liofilizador, equipo de HPLC, y espectrómetro. El **Laboratorio de Biología Molecular** cuenta con termociclador, microcentrifuga, vortex, congelador - 70, pHmetro, equipo de electroforesis de poliacrilamida y de agarosa. La **Colonia de Mosquitos** cuenta con microscopios, cabina de bioseguridad, centrífuga, y baño de María.

### *1.2.3 Redes de información:*

En el año de 1998 se creó la Unidad de Bioinformática en colaboración con el Instituto suizo de Bioinformática-SIB. Este desarrollo nos permite en la actualidad contar con un plan de capacitación en bioinformática estructurado sobre los recursos y necesidades que tenemos. Para julio de 2003 se tiene planeado ofrecer un ciclo completo de capacitación en bioinformática en asociación de nuevo con el SIB. Nuestra intención es hacer un extenso uso de los recursos con que contamos. Usamos Linux como sistema para nuestros servidores de datos, SOLARIS para nuestra plataforma de bioinformática, y Windows 9X para aquellos puntos que así lo exijan. La Unidad de bioinformática busca a mediano plazo conformar una red latinoamericana de bioinformática que considere las necesidades reales de nuestra comunidad científica, al mismo tiempo que se tenga una visión real de nuestra infraestructura de RED. Se busca de esta forma, establecer una cultura de compartir los recursos bioinformáticos para minimizar costos y maximizar resultados, incentivar la conformación de redes especializadas que se entrelacen con las ya existentes, establecer un

nodo latinoamericano fuerte y competitivo con una estructura similar a la del EBI en Europa, y generar desarrollos tecnológicos en bioinformática en áreas como el uso de XML, SQL, JSP para manejo de almacenes de datos en Ciencias biológicas.

El Instituto de Inmunología del Valle es sitio espejo de S-star.org institución dedicada a proveer cursos introductorios en bioinformática, ofrecidos a estudiantes y a la comunidad científica en general a través de lecturas y video conferencias sin importar si las clases son atendidas por individuos o por grupos. Estas videoconferencias son claves en la labor docente haciendo más dinámica la enseñanza.

### 1.2 Líneas de investigación:

- Medicamentos para malaria.
- Vacunas para malaria
- Reproducción de Primates
- Dengue

### 1.3 Proyectos:

1. Identificación de los dominios de unión de las proteínas MSP-1 de *P. vivax* y *P. falciparum* a la espectrina de los eritrocitos. Colciencias 279-95.
2. Esclarecimiento taxonómico de *Anopheles nyssorhyncus* de Colombia, utilizando las técnicas de amplificación polimórfica del ADN y morfometría externa. Colciencias 261-95.
3. Adaptación de un modelo de simulación para predecir epidemias de dengue en Cali. Colciencias 268-95.
4. Phase I trial of *Plasmodium vivax* CS protein derived synthetic peptides vaccine candidates. Colciencias 399-97.
5. Propuesta de reproducción asistida de *Aotus lemurinus griseimembra* en cautividad como estrategia de protección y conservación de primates. Colciencias 397-97.
6. Respuesta citolítica inducida por inmunización con proteínas de la fase pre-eritrocítica de *Plasmodium* sp. en humanos y primates. Colciencias 409-98.
7. Identificación de epítopes citotóxicos en secuencias conservadas del virus del dengue. Colciencias. -99
8. Preclinical studies of immunogenicity of MSP-3 and GLURP. Two *P.falciparum* antigens targeted by protective antibodies. CEE 95-0021.
9. Concerted action in support of non-human primates (NHP) breeding and biomedical research NHP source countries. CEE 96-0125.
10. A primate research and reference parasitology consortium (PRRPC) to strengthen research capabilities on malaria and other parasites. CEE 97-9104.
11. Selection of *P. falciparum* antigens for MPES vaccine development. CEE 98-0397.
12. Identificación de epítopes citotóxicos en secuencias conservadas del virus del dengue. Colciencias cod: 1106-04-1003-98.
13. Establishment of an international research center for malaria vaccine and drug testing. OMS ID 99-1006.

#### *1.4 Cooperación:*

Una de las mayores fortalezas del Instituto de Inmunología es su larga historia de cooperación con científicos de Europa, Estados Unidos y Latinoamérica. Durante los últimos años esta interacción se ha consolidado, y el Instituto ha alcanzado un nivel científico y un desarrollo que lo constituyen en un buen socio para grupos nacionales y extranjeros. Dentro de las instituciones nacionales e internacionales con las cuales se tienen acuerdos de cooperación se encuentran las siguientes:

- INSTITUCIONES COOPERANTES: NACIONALES

Universidad Javeriana- Bogota  
Instituto Nacional de Salud.  
Ministerio del Medio Ambiente.  
Ministerio de Salud  
CIDEIM.  
Fundación Clínica Valle del Lili.

- INSTITUCIONES COOPERANTES: INTERNACIONALES

- AMERICA LATINA

Instituto Oswaldo Cruz, Río de Janeiro, Brasil.  
Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad de Sao Paulo, Brasil.  
Universidad de Panamá, Panamá.

- ESTADOS UNIDOS

National Institute of Health, Washington.  
Tulane University Medical Center, Tulane.  
Universidad de Notre Dame, Notre Dame.  
Navy Medical Research Institute, Rockville.

- EUROPA

Institut Pasteur, Paris, Francia.  
Statens Seruminstitut, Copenhagen, Dinamarca.  
Zentrum für Molekulare Biologie, Universität  
Heidelberg, Alemania.  
Université Montpellier, Francia.  
Organización Mundial de la Salud (OMS), Suiza.  
University of Copenhagen, Dinamarca.  
Universidad de Liverpool, Gran Bretaña.  
University of Nijmegen, Holanda.  
Biomedical Primate Research Center, Holanda.  
Centro de Malaria y otras Enfermedades Tropicales  
CMDT, Lisboa, Portugal.  
Hospital San Rafael, Milano, Italia.  
Institut de Biochimie, Lausana, Suiza.



- ASIA  
Institute Center for Genetic Engineering and  
Molecular Biology, ICGEB, India.

- AFRICA  
Institute of Primate Research, National Museums of Kenya.

### *1.5 Propuestas a desarrollar:*

1. Fortalecer el área de inmunoquímica y biología molecular mediante la adquisición de equipo ( Espectrómetro de masas) y bibliografía especializada en el área.
2. Implementar software para modelamiento de estructuras y estudios de interacciones moleculares. Estos procesos teóricos darán información que permitirá minimizar costos y tiempos en el trabajo de laboratorio.
3. Realizar cursos y entrenamiento con profesores invitados, tanto nacionales como internacionales que ofrezcan a los estudiantes la oportunidad de tomar cursos a nivel internacional.
4. Lograr la estructuración de un grupo mayor de investigadores con énfasis en bioinformática y biología molecular, contribuyendo así a la formación de investigadores y transferencia de tecnología, para llevar así sus avances al sector industrial.
5. Fortalecer el equipo de investigadores a través del entrenamiento interno y la realización de pasantías internacionales y nacionales, en áreas de prioridad para el instituto como son el área de bioinformática; tomando ventaja de los lazos de cooperación existentes con instituciones líderes a nivel internacional.
6. La formación del recurso humano en diversos procedimientos de buenas prácticas de laboratorio (GLP) y buenas prácticas clínicas (GCP), que garanticen la calidad de los proyectos de investigación desarrollados por el grupo.
7. Fortalecer y consolidar un sistema de educación posgraduada ( Especialización, Maestría y Doctorado ) que ofrezca oportunidades de profundización, perfeccionamiento y actualización de los conocimientos en las diversas áreas y un entrenamiento avanzado en investigación.
8. Estimular el uso de nuevas tecnologías en los procesos formativos, mejorar los procesos de transferencia de información y asegurar la eficiencia en el uso de los recursos.

9. Armonizar y homologar los programas de formación a nivel nacional e internacional, para garantizar y acreditar su calidad y excelencia.

## **2. GRUPOS DE NEUROCIENCIAS**

### *2.1 CENTRO DE ESTUDIOS CEREBRALES*

En la última década del siglo XIX y las dos primeras del siglo XX, se sentaron las bases de la neuroanatomía, neurofisiología, neurofarmacología y neuropatología modernas. Igualmente las dos últimas décadas del siglo XX fueron prolíficas en la generación de conocimientos en este campo y de ello se derivaron nuevos conceptos sobre la neuroquímica y la función del sistema. La presente década ofrece amplias perspectivas para la expansión del conocimiento, fundamentados en el desarrollo concomitante de tecnologías derivadas de múltiples disciplinas científicas como la inmunología, la biología molecular, la electrofisiología, la genética, la imagenología funcional, la etología y en general las ciencias del comportamiento. Por lo tanto el conocimiento que se alcanza al presente es el resultado de las interacciones entre diferentes disciplinas, las cuales confluyen en el campo que se ha denominado neurociencias.

El Centro esta conformado por un grupo de docentes-investigadores de la Universidad del Valle que realiza investigación multidisciplinaria en el sistema nervioso y participa de manera amplia en los programas de postgrado maestría y doctorado. Fundamentados en principios éticos y en la búsqueda de la excelencia académica pretendemos generar conocimientos sobre la organización estructural, neuroquímica y funcional del sistema nervioso, con el fin de encontrar soluciones a problemas que tienen impacto sobre la salud, la educación y el comportamiento del ser humano.

En la actualidad desarrollamos las siguientes líneas de investigaciones de las cuales presentamos una breve descripción.

*1. Grupo de electrofisiología:* tiene como objetivo general, el desarrollo de investigación básica y aplicada en el campo de la Fisiología Celular. El interés particular se centra en cuatro líneas de trabajo. La primera es el estudio del efecto de los ambientes lipídicos de la membrana celular sobre la actividad de los canales iónicos de sodio que son activados por voltaje. Es así como la concentración de gangliósidos en la membrana plasmática de las neuronas del sistema nervioso central puede afectar dichos canales de sodio, y a través de ello la excitabilidad y la función de las neuronas. Esto podría tener consecuencias en el funcionamiento del sistema nervioso y posiblemente explicar parte del cuadro clínico que se presenta en diversas gangliosidosis. Este grupo cuenta, para el desarrollo de su trabajo, con un sistema experimental para la incorporación de canales iónicos en bicapas lipídicas artificiales. En el momento hay un proyecto de investigación en desarrollo aprobado por Colciencias apoyando esta línea de trabajo que es liderada por la Dra. Blanca Salazar, quien tiene como parte de su formación la experiencia con esta técnica desarrollada durante su postdoctorado en Cornell University. La Dra. Salazar recibe la colaboración del Licenciado en Biología, Santiago Castaño, estudiante admitido al programa de doctorado en Neurociencias, y la asesoría externa y cooperación del laboratorio de la Dra. Esperanza

Recio-Pinto (PhD) del Anesthesiology Department del Hospital for Special Surgery de NY (EEUU). Por otro lado cuenta con la asesoría de los Dres. Luis María Borrero (MD), Emilio Aljure (PhD), Miryam Romero (PhD), y Leonardo Fierro (PhD). En la medida en que su desarrollo lo permita se buscará vincular otros estudiantes de doctorado a esta línea de investigación.

La segunda línea de investigación está en proceso de instalación y es liderada por el Dr. Leonardo Fierro. El interés del Dr. Fierro es el estudio de los mecanismos moleculares de nocicepción (detección del dolor a nivel periférico) asociados al dolor isquémico e inflamatorio en el músculo esquelético. El dolor es en sí mismo un problema médico que representa sufrimiento para quién lo padece y un síntoma incapacitante de gran impacto económico. El dolor muscular es una causa importante de incapacidad laboral, y su prevalencia y severidad son comparables con las demás condiciones que implican dolor físico. Lograr un mejor entendimiento de los mecanismos neurofisiológicos básicos involucrados en el dolor muscular es importante para pacientes que sufren problemas clínicos como el síndrome de claudicación intermitente, piomiositis, o cuando la situación lo amerite, para mejorar el rendimiento en las prácticas deportivas. La tercera línea de investigación esta igualmente en proceso de instalación y consiste en el estudio de productos naturales tóxicos que interactúan con canales iónicos y que pueden ser una fuente potencial de fármacos en el futuro. Esta línea se denomina toxínología y toxicología molecular, la cual fundamentalmente persigue el estudio y determinación de las fuentes primarias de agentes neurotóxicos y el estudio de sus mecanismos de acción tóxica en los mamíferos.

Para los estudios de nocicepción se utilizan técnicas de marcaje retrógrado del soma neuronal de los aferentes sensoriales primarios que inervan el músculo esquelético y se miden con la técnica electrofisiológica de "patch-clamp", las características de excitabilidad (corrientes iónicas, potenciales de acción) de los nociceptores que inervan el músculo esquelético, cuando sean expuestos a diferentes mediadores químicos que pueden estar involucrados en la respuesta primaria de dolor a daños tisulares como la isquemia y la inflamación. Para iniciar esta línea de trabajo, este grupo cuenta con alguna parte de los equipos y se espera poder completarlos a través de un proyecto de investigación o de la convocatoria de apoyo al Doctorado. El Dr. Fierro cuenta con una experiencia de dos años de postdoctorado en los Estados Unidos que lo capacitan para llevar a cabo este proyecto y con la asesoría del Dr. Edwin McCleskey (PhD) de Oregon Health Sciences University . Esta línea es además apoyada por los demás miembros de la sección de fisiología como los Drs Emilio Aljure, Luis María Borrero, Myriam Romero y Blanca Salazar.

La cuarta línea de trabajo es también un proyecto que será liderado por el Dr. Fierro, pero que será de gran utilidad para todos los demás grupos del Centro de Estudios Cerebrales. El propósito de esta línea es instalar y adecuar un sistema experimental para estudios de "patch-clamp" y microfluorometría en rebanadas de tejido cerebral. El Dr. Fierro recibió entrenamiento en uno de los grupos líderes en esta técnica por espacio de tres años, mientras desarrollaba su tesis de doctorado en Francia y Alemania. La Dra. Isabel Llano (PhD) de la Universidad de París V, uno de los líderes de este grupo, asesorará este proyecto. Esta es una técnica de vanguardia en estudios "in-vitro" en neurofisiología y

permite llevar a cabo estudios controlados en un sistema muy aproximado a las condiciones fisiológicas, permitiendo indagar no sólo acerca del estado funcional de las células, sino también de las conexiones sinápticas que existen entre ellas. El poder instalar esta técnica electrofisiológica permitirá adelantar proyectos interdisciplinarios entre los grupos del Centro de Estudios Cerebrales y con otros a nivel nacional. Esta técnica será por ejemplo un complemento ideal para corroborar y ampliar los estudios de cambios exofocales en isquemia cerebral adelantados por el grupo de corteza cerebral. Este grupo, empleando técnicas de inmunohistoquímica, ha encontrado que cuando se induce isquemia en una determinada región del sistema nervioso central, a mediano plazo se pueden observar cambios en regiones distantes de aquella que fue sometida a isquemia. La explicación más probable es que estos cambios son inducidos a través de las conexiones sinápticas, dado que la actividad eléctrica y el terminal de la célula presináptica han sido posiblemente alterados por el proceso isquémico. Dadas las amplias posibilidades que ofrece esta línea para la generación de conocimiento y la relevancia del mismo, esperamos vincular cuatro estudiantes de doctorado tan pronto como sea posible.

El grupo cuenta con la dotación suficiente para adelantar el proyecto en bicapas lipídicas artificiales, y parte del equipo para adelantar las otras líneas; esto último sería posible si los completamos de tal manera que permita mejorar nuestra capacidad investigativa. De este modo podremos adelantar investigación mas eficientemente y así tener herramientas para mejorar la calidad de la formación que brindamos a nuestros estudiantes de postgrado, en particular a los de doctorado. Contamos con un recurso humano especializado, formado en el exterior y que conserva y mantiene activos sus contactos internacionales, por lo cual consideramos que el apoyo brindado por Colciencias para mejorar nuestra capacidad de trabajo investigativo, será decisivo para cumplir las metas fijadas en el plan de desarrollo del postgrado de neurociencias.

*2. Grupo de Corteza Cerebral:* El grupo de corteza cerebral es liderado por los profesores Hernán José Pimiento MSc con un fellow en el Eunice Kennedy Shriver Center for Mental Retardation y la Universidad de Harvard y Martha Isabel Escobar, magister en morfología con un fellow en Neurociencias realizado en la Universidad de Harvard, con experiencia de mas de 15 años en este campo en particular la identificación y caracterización de subtipos celulares fundamentados en métodos neuroinmunohistoquímicos, que permiten localizar variantes en la distribución del citoesqueleto, de receptores, transportadores para neurotransmisores y otros marcadores neuronales y gliales, lo cual permite expandir consideraciones mas allá de lo morfológico estableciendo una interfase hacia la neuroquímica

El grupo cuenta en la actualidad con 4 estudiantes de doctorado Drs César Arango, Psiquiatra, Orlando Torres Biólogo MSc en morfología, Adriana Medina MD, y Gabriel Arteaga Psicólogo MSc, los dos primeros en su fase de candidatura y los dos últimos en la fase de preparación de su examen de candidatura, es decir en el ciclo de aspirantes. El grupo de corteza interactúa también con los investigadores Luisa Rocha MD PhD, con formación de doctorado en la UCLA y vinculada al Instituto Mexicano de Psiquiatría. La Dra Rocha concentra su interés de investigación en el área de la neuroquímica cortical cuya estrategia fundamental es evaluar los cambios químicos durante la actividad bajo

condiciones normales y patológicas, mediante la técnica de microdiálisis, y con el Dr Norberto García- Cairasco Biólogo PhD con extensa experiencia en modelos experimentales con compromiso de las regiones allocorticales, corteza temporal incluyendo amígdala, corteza entorrinal e hipocampo.

La primera línea de este grupo, recibió el apoyo de Colciencias y hace referencia a la aplicación de modelos experimentales de isquemia cerebral. Esta línea pretende evaluar el curso temporal de los cambios morfofuncionales y neuroquímicos, de las regiones infartadas (foco isquémico cerebral), de la penumbra y de las regiones exofocales. Hemos identificado en estas regiones cambios en la distribución de procesos dendríticos, reorganización del citoesqueleto, cambios en la expresión de receptores, disminución selectiva de proteínas buffer atrapadoras de calcio, como calbindina y parvalbumina, en regiones corticales y subcorticales conectadas con las regiones del foco y de la penumbra isquémica. También hemos reconocido cambios en la expresión inmunohistoquímica de marcadores gliales, GFAP, y en la expresión de transportadores para aminoácidos excitatorios. El reconocimiento de estos cambios es indicativo de estados de conectividad y microambiente distintos a pesar de que estas regiones no fueron sujetas a un impacto directo de la lesión. Los cambios podrían explicar en parte las alteraciones en la función sensorial, motora, cognitiva y emocional que se presentan como secuelas no solo del accidente cerebrovascular sino de eventos como isquemia asociada a trauma craneoencefálico y tumores cerebrales.

Estos hallazgos obligan a expandir el campo de nuestras observaciones a otras disciplinas como la electrofisiología, cuyas perspectivas de desarrollo en nuestro Centro son notables. En particular nos permitirá evaluar los cambios en las respuestas sinápticas y en las propiedades eléctricas de neuronas en campos corticales y subcorticales en los que hemos demostrado variantes morfológicas en células que sobreviven a la lesión. Otro nivel de análisis se puede obtener por la evaluación del microambiente neuronal utilizando la técnica de microdiálisis en sujetos experimentales que se recuperan de una lesión isquémica. La perspectiva múltiple morfológica, inmunohistoquímica, electrofisiológica, neuroquímica y la evaluación del comportamiento en el modelo utilizado, nos permitirá una aproximación mas integral al problema y por lo tanto la posibilidad de sugerir estrategias neuroprotectoras que detengan o pospongan el proceso de deterioro. Al respecto estamos adelantando un proyecto conjunto con el Instituto Santiago Ramón y Cajal apoyado por Colciencias y la comunidad económica Europea, en el cual se pretende evaluar el efecto del beta estradiol como neuroprotector en el modelo de isquemia focal reversible que utilizamos en nuestro grupo.

Dentro de la línea de respuesta de la corteza cerebral a la lesión, estamos adelantando un proyecto cooperativo con el Instituto Nacional de Salud con la participación del estudiante de doctorado Orlando Torres Biol MSc, bajo la tutoría del Dr Gerzaín Rodríguez y la cotutoría del Dr Hernán Pimiento. En este proyecto se congrega la experiencia en histopatología del Instituto Nacional de Salud y la capacidad para evaluar circuitos intracorticales y población de interneuronas del grupo de la Universidad del Valle. Este proyecto está financiado por Colciencias. El proyecto hace referencia a la respuesta de las neuronas corticales a la infección por el virus de la rabia. Se trata de responder a los

siguientes interrogantes: Es la infección por el virus de la rabia capaz de provocar alteraciones importantes en las neuronas de la corteza cerebral, que puedan ser detectadas por los métodos inmunoelectrónicos o por el contrario se confirma su carácter histopatológico poco reactivo? Es el virus de la rabia selectivo para infectar neuronas piramidales de la corteza cerebral como se ha observado hasta ahora por los métodos convencionales, o son también infectadas las interneuronas? Si así fuera, existe selectividad por el virus de la rabia hacia alguna de las subpoblaciones o tipos de interneuronas, células en cesta, chandelier o de doble bouquet?. La alteración o no de tipos específicos de interneuronas tiene relevancia considerando que se ha propuesto que los mecanismos de las alteraciones funcionales podrían sustentarse más en el rompimiento de la integración de la red neuronal individual, que en la pérdida de neuronas, dado que se indica que estas pueden sobrevivir a la lesión. El doble marcaje de interneuronas y la evaluación inmunoelectrónica que se propone en este proyecto permitirá evaluar la organización sináptica entre conjuntos inhibitorios gabaérgicos y neuronas piramidales de animales infectados. Esta línea de trabajo abre perspectivas para evaluar otras encefalopatías de origen viral.

Otro proyecto que ofrece perspectivas es el de CARACTERIZACION DE LA CORTEZA CEREBRAL PREFRONTAL DORSOLATERAL EN UN GRUPO DE SUJETOS HUMANOS JOVENES. En el se está en la fase de coleccionar material de sectores asociativos de la corteza frontal humana postmortem, con el fin de generar un banco de datos sobre la citoarquitectura de subpoblaciones de interneuronas inhibitorias. La información obtenida es de utilidad para establecer correlaciones con entidades cuya histopatología es desconocida como la esquizofrenia y la enfermedad maniaco-depresiva. El Dr Artega estudiante de doctorado, profesor del departamento de Psicología de la Universidad del Valle, está integrado a este proyecto, bajo la dirección del Dr Hernán Pimienta J.

*3. Grupo de tumores sólidos del sistema nervioso central:* Está a cargo de la Dra Carolina Isaza MD, MSc, con la participación de la Dra Martha Isabel Escobar Biol MSc. Esta línea integra la experiencia en cultivos celulares y caracterización citogenética con la capacidad para identificar variantes en la expresión celular de diferentes tumores cerebrales. Con la posibilidad que existe hoy en día de correlacionar las alteraciones citogenéticas con genes directamente implicados en dichos rearrreglos, se ha podido establecer que las anormalidades cromosómicas de las células tumorales no son al azar, e involucran una alteración de la expresión de oncogenes y genes supresores del tumor que actúan en el control del ciclo celular. El estudio tiene como objetivo corroborar los hallazgos citogenéticos hasta ahora implicados en tumores del SNC, describir los que se encuentren nuevos en nuestra población y determinar si la velocidad de crecimiento del tumor in vitro y su comportamiento pueden correlacionarse con la evolución clínica del paciente. Hasta el momento se han obtenido más de 25 muestras de diferentes tipos tumorales como meningiomas, astrocitomas, craneofaringiomas, glioblastomas y adenoma de hipófisis. De estos tumores se han obtenido cultivos celulares para realizar en ellos el análisis citogenético y se les ha practicado el análisis inmunohistoquímico para determinar la naturaleza celular del tumor.

*2. 1. 1 Proyectos:*

1. Alteraciones de los sistemas excitatorios e inhibitorios de la corteza cerebral posteriores a la oclusión de la arteria cerebral media.
2. Cambios exofocales de la expresión de receptores benzodiazepínicos y de la proteína asociada a microtúbulos en la sustancia negra, inducidos por oclusión de la arteria cerebral media.
3. Evolución temporal de los cambios en la corteza cerebral, inducidos por isquemia.
4. Bicapas lipídicas e incorporación de canales de sodio en cerebro de rata.
5. Correlación del efecto inhibitorio de la ivermectina en la disquinesia tardía con los cambios en neurotransmisores del cuerpo estriado en ratas.
5. Determinación genética e inmunohistoquímica de tumores del SNC
6. Modulación de la supervivencia neuronal por efecto del estradiol en un modelo de isquemia experimental. Proyecto cooperativo iberoamericano.
7. Alternativas de neuroprotección en la lesión cerebral isquémica.
8. Efectos de algunas alteraciones lipídicas (gangliosidosis) en el funcionamiento de canales de sodio de cerebro de rata.
9. Modelo dinámico de manejo de calcio en fatiga de músculo esquelético.
10. Comparación de fatiga muscular causada por sacudidas simples y por tétanos, con diversas movilizaciones de calcio.
11. Relaciones entre longitud del sarcómero y velocidad de la fatiga.
12. Actividad de canales iónicos en membranas plasmáticas de células apoptóticas
13. Efectos farmacológicos del Anamú.
14. Determinación de receptores de membrana de fibroblastos gingivales y periodontales.
15. Cultivo de islotes de células Beta del páncreas (adultos), con fines terapéuticos
16. Aislamiento de islotes de páncreas neonatales
17. Determinación de receptores de capsaicina en membranas de fibroblastos de la piel.
2. Cultivo de hepatocitos humanos para el desarrollo de sistemas in vitro para la evaluación de moléculas bioactivas.
3. Medición de la efectividad y la toxicidad de drogas y vacunas, así como de la permeabilidad y el metabolismo de fármacos en cultivos celulares.
4. Estudios de permeabilidad de fármacos en células endoteliales de arterias coronarias y de grandes vasos.

### *2.1.2 Infraestructura:*

El programa cuenta actualmente con laboratorios de inmunohistoquímica, microscopia de luz, preparaciones histológicas básicas, microcirugía y laboratorio de fisiología básico y de bicapas lipídicas. En estos laboratorios tenemos los siguientes equipos:

- 1 microscopio de luz Leitz con aditamentos para fluorescencia y cámara fotográfica
- 3 microscopios de rutina olimpus
- 1 autotechnicon
- 1 baño para preparaciones histológicas básicas
- Batería para preparaciones histológicas

- Batería para inmunohistoquímica
- 3 neveras
- 1 incubadora para cultivos celulares
- 2 microscopio de disección
- 2 lupas de disección
- 1 cámara de flujo laminar
- 1 filtro de paso bajo
- 1 microestereoscopio
- 1 pHmetro con electrodo de vidrio
- 1 registrador de canales
- 1 sonicador
- 2 microscopios invertidos
- 1 vortex
- 3 hornos secadores
- 2 amplificador y clamp de voltaje
- 2 interfases
- 2 planchas con agitador

El laboratorio de electrofisiología está compuesto por dos espacios de 60 m<sup>2</sup> cada uno, con dotaciones eléctricas, mesas y estantería para materiales. Los laboratorios de inmunohistoquímica, histología básica, microcirugía y cultivos celulares tienen una dimensión de 210 m<sup>2</sup>. Contamos además en el edificio de Ciencias Básicas donde se encuentran localizados estos laboratorios con fibra óptica para la conexión a la red. Los docentes investigadores han estado suscritos a la red Neuroscion por medio de una suscripción que obtuvo por participación en la convocatoria abierta por la International Brain Research Organization (IBRO). Además por suscripción personal de los miembros e los grupos. Los grupos de investigación que soportan esta propuesta mantienen redes permanentes de interacción con grupos internacionales de las universidades de Riberáo preto, Harvard, Instituto Mexicano de Psiquiatría, Universidades de New Orleans, Oregon y Nueva York. Estos contactos se generaron a partir de pasantías que los investigadores han realizado en los diferentes sitios descritos, lo cual creemos que ha sido una de nuestras fortalezas.

### *2.1.3 Prioridades y metas:*

- META: Entre las prioridades del énfasis en Neurociencias del programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas se considera fundamental dar continuidad a las líneas de los grupos de corteza cerebral y de tumores cerebrales arriba mencionadas y la consolidación de las líneas de electrofisiología con el objetivo de desarrollar nuevos proyectos y vincular mas estudiantes de doctorado, para lo cual se plantean las siguientes acciones:

ESTRATEGIA: Con el fin de alcanzar un desarrollo sostenible de estas líneas se requiere lograr un alto nivel de desarrollo tecnológico. Atendiendo a las fortalezas de nuestro grupo,



a los requerimientos de la región, el país, los desarrollos a nivel mundial en este campo, se plantea como estrategia la implementación de los siguientes desarrollos tecnológicos:

1. Montaje del laboratorio de rebanadas de cerebro. Esta técnica permite la evaluación electrofisiológica de neuronas vivas en su contexto sináptico. A pesar de la amplia utilización de esta tecnología en laboratorios de neurociencias en países desarrollados, en nuestro medio no se está utilizando. La información que se derive de ella en el contexto de las líneas y proyectos que desarrollamos en el momento en nuestra universidad, incrementará las posibilidades de obtener información valiosa, la vinculación de nuevos estudiantes de doctorado y la formulación de nuevas propuestas. Adicionalmente la implementación de esta metodología podría apoyar otros proyectos afines no solo en el ámbito de nuestra universidad sino de la región y del país.

2. Montaje de la técnica de patch clamp. Esta técnica revolucionó en los últimos veinte años el estudio de la fisiología celular de neuronas, células de músculo cardíaco y liso, y otros tipos celulares, ya que permitió aplicar las técnicas de voltaje controlado a células de pequeño tamaño, permitió además resolver por primera vez corrientes unitarias provenientes de canales iónicos, y hacer estudios de señalización celular que ayudan a controlar la excitabilidad celular. Utilizaremos esta técnica para identificar los receptores y los mediadores químicos que están involucrados en la activación de nociceptores durante los procesos de inflamación e isquemia tisular. Esta técnica será de gran valor para apoyar diversos proyectos en el Centro de estudios Cerebrales.

3. Fortalecimiento del laboratorio de microdiálisis. En la actualidad nuestro grupo cuenta con un equipo para microdiálisis. La microdiálisis es una técnica que se ha utilizado durante los últimos años para evaluar la liberación de neurotransmisores en diferentes tejidos, tanto en modelos experimentales como en humanos. A diferencia de otros procedimientos, la microdiálisis ha permitido correlacionar eventos bioquímicos con cambios conductuales. Actualmente es posible aplicar la microdiálisis para el estudio de diversos procesos, tanto farmacológicos, como fisiológicos y patológicos, debido a sus características y a su asociación con procedimientos de análisis como la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y los radioinmunoensayos, ambos lo suficientemente sensibles como para detectar niveles fisiológicos de neurotransmisores. Algunos de los proyectos que desarrollamos en la actualidad se fortalecerían con este procedimiento. Adicionalmente nos permitiría interacción con otros programas de doctorado de la universidad como el de química y otras áreas de las ciencias biomédicas. Estudios neurofarmacológicos para la evaluación de la velocidad y concentración de fármacos en el sistema nervioso central se verían igualmente beneficiados.

- META: Con el fin de lograr una mayor estabilidad de las interacciones nacionales e internacionales:

ESTRATEGIA.

PASANTIAS PROFESORES VISITANTES: La integración continua con equipos de investigadores de diferentes laboratorios del país y del exterior es una tarea obligada que

multiplica el avance del conocimiento científico, el intercambio y transferencia de tecnologías y la formación conjunta de estudiantes de doctorado. Se plantea dar prioridad a investigadores que hagan transferencia de tecnologías innovadoras para el fortalecimiento de las líneas que adelantamos en el área de electrofisiología, de corteza cerebral y de tumores del sistema nervioso.

**PASANTIAS AL EXTERIOR DE PROFESORES NACIONALES:** Esta acción permitiría el desplazamiento de profesores de nuestro programa, por períodos de 1-6 meses con el propósito de resolver inconvenientes propios del desarrollo de los proyectos o la adquisición de una experiencia adicional. Se le dará prioridad al desplazamiento a laboratorios de investigación mas que a la asistencia a cursos o a programas teóricos.

**PASANTIAS PARA LOS ESTUDIANTES DE DOCTORADO:** Se plantea al menos una pasantía por períodos de 2a 6 meses para cada uno de los estudiantes de doctorado en centros o institutos de investigación en el exterior. Estas pasantías están dirigidas a resolver o adelantar preguntas propias de su proceso de investigación. Se dará prioridad a aquellas pasantías cuyos objetivos demuestren una estrecha relación con la actividad investigativa y con el cronograma de actividades propuesto en los diferentes proyectos. Se deberá considerar un rubro para la presentación de resultados en congresos nacionales e internacionales.

- **META:** Con el fin de incrementar el número de estudiantes de doctorado:

#### ESTRATEGIAS:

1. El fortalecimiento de las líneas de investigación permitirá incrementar el número de estudiantes de tal manera que en cuatro años tendremos ocho (8) estudiantes activos y seis (6) egresados a para un total de 14 a los 48 meses. Vincular nuevos investigadores al programa. Se requiere un investigador con formación en el área de neurofarmacología experimental con el propósito de evaluar fármacos con efecto sobre el sistema nervioso que nos permita una mayor aproximación a la clínica en la búsqueda de estrategias neuroprotectoras, a la vez que promueva el desarrollo de nuevas líneas y el fortalecimiento de las existentes. Se requiere un investigador con formación en señalización intraneuronal y mecanismos de muerte neuronal, dado que este campo ofrece amplias perspectivas en la búsqueda de soluciones desde las ciencias básicas, a problemas neurológicos no resueltos y que generan gran incapacidad y sufrimiento en nuestro medio. Se requiere un investigador con experiencia en neurobiología del desarrollo que amplíe las perspectivas hacia el estudio de la plasticidad cerebral normal y patológica, cuyas implicaciones son importantes en aprendizaje y memoria.

- **META:** Para obtener un efecto multiplicador de los estudiantes formados y socialización del conocimiento:

#### ESTRATEGIA:

1. Incentivar a otros grupos de formación en el país a través de su integración gradual a nuestras líneas y proyectos.
2. Programar seminarios, foros, conferencias de actualización de tal manera que los alcances y logros de los proyectos le lleguen a la comunidad.

Las anteriores actividades están enmarcadas en el plan de desarrollo de la Facultad de Salud, de la Universidad, de la región y del País. Para el desarrollo de este proyecto es indispensable contar con el apoyo de diferentes instancias locales ( Universidad), regionales, nacionales (COLCIENCIAS, ICFES, SENA) e internacionales (fundamentalmente, universidades e institutos).

## 2.2 CENTRO DE NEUROCIENCIAS

El Centro de Neurociencias se creó en 1997 respondiendo a la necesidad de cohesionar un grupo de investigadores alrededor del tema de la biología del desarrollo aplicada al Sistema Nervioso. Desde su creación, el grupo de neurociencias del Centro de Neurociencias, ha participado en la formación de postgrados y graduado 3 estudiantes de Magíster en Morfología con tesis en neurociencia (Oscar Ríos, Orlando Torres y Franco Rosero). Los trabajos y la trayectoria del grupo se reflejan en sus publicaciones recientes.

### 2.2.1 Líneas de investigación:

- Envejecimiento cerebral, plasticidad neuronal y Sistema Colinérgico
- Desarrollo del Sistema Colinérgico
- Tumores Cerebrales y Sistema Colinérgico

### 2.2.2 Proyectos:

- Substrato neuroanatómico, inmunohistoquímico y neuroquímico de la enfermedad de Alzheimer. **Financiado por Colciencias**

#### *Investigadores:*

Julio Villalobos

Vladimir Saldarriaga (Estudiante de Magíster)

Miguel Ruiz (Estudiante de Magíster)

Natalia Gutiérrez (Estudiante de Magíster)

Franco Rosero (Estudiante de Magíster)

- Desarrollo postnatal y plasticidad de las proyecciones colinérgicas a la corteza frontal del ratón. **Financiado por Colciencias**

#### *Investigadores:*

Julio Villalobos

Oscar Rios, Departamento de Morfología, Unicauca

- Nuevas Técnicas de Marcación de macromoléculas y proteínas a base de complejos de rutenio RuCl<sub>2</sub>(PPH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

*Investigadores:*

Julio Villalobos

Alberto Bolaños

Andre Calas. Institut de Neurociences Paris

Michel Arluison. Institut de neurosciences Paris

Fernando Cuenu (Estudiante de Magíster)

- Estudio de sustancias activas con efecto terapéutico sobre el sistema nervioso central.

*Investigadores:*

Julio Villalobos

Jose A. Herrera

Robert Jaffard. Lab. Neurosci. Cognocitives. Univ. Bordeaux I

Fernando Urrea (Facultad de Humanidades)

- Caracterización de las conductancias iónicas de la membrana de las células tumorales hipofisarias humanas y su posible papel en la proliferación. **Financiado por Colciencias**

*Investigadores:*

Liliana Garcia

Maria Helena Sánchez

Miguel Velásquez

Barbe Madeleine. Lab. Neurophysiologie. Univ. Bordeaux II

Jacques Audin (Ing. Elect). Lab. Neurophysiologie. Univ. Bordeaux II

- Estudio de la presencia de las enzimas acetylcolinesterasa y butyrylcolinesterasa en células tumorales procedentes de tumores gliales cultivadas “in-vitro” y su papel en el crecimiento y proliferación celular. **Proyecto actual registrado en la Universidad del Valle**

*Investigadores*

Julio Villalobos

Miguel Velasquez

Oscar Rios, Dpto Morfología Univ. Del Cauca

Sulma Muñoz Benitez, Dpto Genética, Univ. Del Cauca

Rosa Alvarez Rosero, Dpto de Genética, Universidad del Cauca

- Desarrollo embrionario y fetal de las proyecciones de la región basal magnocelular a la región frontal de la corteza en el ratón. **Este proyecto será presentado a la actual Convocatoria de Colciencias, Mayo 2003**

*Investigadores:*

Oscar Rios, Dpto Morfología, Univ. Del Cauca

Julio Villalobos, Centro de Neurociencias, Univalle

Fernando Osorio, Estudiante de Medicina 6° Semestre, Centro de Neurociencias

### 2.2.3 Recursos Humanos:

- **Actuales:**

1. Dr. Julio Villalobos, PhD
2. Dr. Miguel Velasquez, Esp Neurocirugía
3. Dr. Oscar Rios, Magister
4. Dr. Carlos Carvajal, Magister
5. Dr. Milton Barbosa, Estudiante, Residente Neurocirugía
6. Dra. Sulma Muñoz, Magister
7. Dra. Rosa Rosero, Biologa.

- **Proyectados:**

El grupo actual se fortalecerá gracias, a la Convocatoria de Colciencias, con dos Estudiantes de Doctorado y dos Magisteres inscritos en cada uno de los proyectos que se presentaran en la actual convocatoria.

### 2.2.4 Equipos:

- **Disponibles**

1. Dos crióstatos para corte a congelación
2. Equipos de microcirugía, estereotáxicos.
3. Microscopios de microcirugía
4. Equipos para perfusión motorizada.
5. Equipos de microinyección automatizada
6. Equipos de microiontoforesis
7. Microscopios Electrónicos (Departamento de Morfología, programa ICSES-BID)
8. Material de Laboratorio.

### 2.2.5 Necesidades:

#### 2.2.4.1 Equipos:

- **Sistema de Análisis de Imágenes.** Este equipo se puede adquirir de una forma poco onerosa. Se pueden obtener grandes resultados con un computador de alto rendimiento, una cámara CCD de alta resolución, una tarjeta video adaptada a la cámara y un software que se puede adquirir a bajo costo o bajar gratis por Internet. Se necesita la colaboración de un ingeniero de sistemas.
- **Cromatógrafo de gases de alto poder.** Este equipo nos permitiría desarrollar nuestra temática de investigación. En trabajos anteriores publicados en revistas como “Developmental Brain Reseach” e “International Journal of Developmental Neurosciences” pudimos demostrar como las enzimas de hidrólisis de la acetilcolina podía jugar un papel fundamental en el desarrollo de las neuronas del sistema colinérgico y en la reorganización de la placa cortical. Para nuestro grupo sería de una gran importancia poder dosificar la presencia de estas enzimas en las regiones corticales así como de las enzimas de síntesis de la acetilcolina, la colina-O-

acetiltransferasa. Sería de la misma manera de una importancia capital para la determinación del papel de estas enzimas en la proliferación de células tumorales de tumores gliales cerebrales. En trabajos con M. Barbosa y publicados en “Surgical Neurology” de Elsevier Editores, demostramos como estas enzimas están presentes en las células tumorales. Poder dosificarlas y aun más importante, poder determinar la forma globular de estas enzimas, sería capital para un eventual manejo farmacológico o quirúrgico no invasivo de pacientes con estos tumores. Otras aplicaciones de este cromatógrafo de gases sería poder dosificar y determinar la forma globular de estas enzimas, la acetilcolinesterasa y posiblemente la butirilcolinesterasa, en regiones corticales de cerebros envejecidos. Estos resultados reavivarían los antiguos proyectos del grupo que fueron financiados por Colciencias.

- **Set-up de patch-clamp y voltage-clamp.** Este equipo nos permitiría determinar si las enzimas antes citadas tienen o no un carácter funcional durante el desarrollo. Es importante determinar si esa presencia corresponde a un desarrollo funcional de los canales iónicos y si este desarrollo está ligado a la histogénesis del neurotransmisor, la acetilcolina. En trabajos previos (International Journal of developmental neurosciences) demostramos que este neurotransmisor aparece en el sexto día de la edad postnatal mientras que su enzima de hidrólisis aparece mucho más tempranamente. ¿Cuál sería entonces el papel de esa enzima? Estos equipos nos permitiría además poder integrar con otros grupos de electrofisiólogos que participan en el postgrado y compartir estudiantes de Doctorado, integración que mejoraría ostensiblemente la calidad de las Tesis.
- **Microscopio Electrónico de Transmisión.** El Microscopio Electrónico de Transmisión que el departamento de Morfología obtuvo por donación del CIAT, necesita los elementos de instalación locativas mínimas así como elementos que permitan su completo uso. Este microscopio nos permitiría determinar la evolución ultraestructural de las células que pusimos en evidencia en trabajos anteriores.

2.2.4.2. Investigadores invitados: Personal que se desea invitar a dictar cursos y mejorar la capacidad de docentes, estudiantes de magíster y para participar en la formación de doctorados:

1. MICHEL IMBERT, director del Laboratorio de Neurociencias de la Visión. Institut de Neurosciences, Université de Pierre et Marie Curie,
2. Louis Stinus, Director del laboratorio de Farmacología del Comportamiento, Universidad de Bordeaux II
3. Dom Micceli. Director laboratorio de neurocitología. Universidad Trois Rivieres, Montreal, Canada.
4. Claudio Cuello. Director del Laboratorio de Neurofisiología. Universidad de McGill, Toronto, Canada
5. Adrián Palacios. Laboratorio de Neurociencias, Universidad de Valparaíso, Chile

2.2.6 *Proyecciones:*

- Fortalecer las líneas de investigación con Proyectos aún no registrados
- Abrir nuevas perspectivas tecnológicas introduciendo las disciplinas de la Bioquímica y de la Electrofisiología como el Patch-clamp y Voltage-clamp a las temáticas que actualmente trabaja el centro. Mas adelante se justifican estas temáticas en el punto de Equipos solicitados.
- Incrementar el número de estudiantes de postgrado Magister y sobre todo Doctorado incorporándolos a proyectos de Investigación dotados de recursos financieros.
- Fortalecer las relaciones con Instituciones Internacionales (Institut de neurosciences, Université Pierre et Marie Curie), Laboratoire de Neurosciences Cognocitives, Université de Bordeuax I), Laboratoire de Neurophysiologie, Université de Bordeaux II) con el fin de fortalecer los Doctorados en temáticas y currículo académico, además de los intercambios.

### **3. GRUPO DE BIOLOGIA MOLECULAR (<http://www.labiomol.com/>)**

El laboratorio de Biología Molecular y Patogénesis de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, fue creado en 1989 con el fin de efectuar investigación básica y aplicada en biología molecular principalmente de virus de importancia en salud humana. A partir de 1991 se inició la línea de investigación en Biología Molecular y patogénesis de retrovirus humanos **HTLV** y **VIH**. Se han implementado y creado nuevos métodos de diagnóstico serológico mediante la construcción de proteínas recombinantes del HTLV para ser utilizadas en estuches diagnósticos de ELISA y Wester Blot. Además se han desarrollado métodos de diagnóstico para la determinación de anticuerpos por ELISA Y Western Blot del virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1 (VIH-1).

#### *3.1. Líneas de investigación:*

- Biología molecular y variación genética del virus linfotrópico humano tipo I
- Evaluación de la biodiversidad genética de vertebrados
- Biotecnología del diagnóstico molecular
- Inmunobiología molecular del VIH-1

#### *3.2 Proyectos:*

1. Análisis de marcadores moleculares e inmunológicos en pacientes jóvenes con TSP/HAM y casos familiares. Colciencias 97
2. Determinación de la seroprevalencia de los virus linfotrópicos humanos tipo I y II en poblaciones costaneras del departamento de Córdoba. Colciencias 97. (Convenio CUSINU/UNIVALLE)
3. Variación genética en delfines de río *Inia geoffrensis*. Fondo FEN 97
4. Western confirmatorio para el VIH-1 en la ciudad de Cali. Convenio Univalle/Secretaria de Salud Pública Santiago de Cali. A partir de 1998.

5. RT-PCR para la determinación de serotipos de virus del dengue circulantes en Cali. Convenio Univalle/Secretaría de Salud Pública Santiago de Cali. A partir de 1998.
6. Detección de enfermedades del metabolismo.
7. Niveles de la hormona TSH en un grupo de neonatos de la Ciudad de Cali.
8. Efecto del déficit de zinc en la velocidad de crecimiento en niños. Presentado por el grupo de Nutrición. Colciencias 1106-04-10259
9. Influencia del origen étnico sobre la sensibilidad a la insulina y la lipemia postprandial. Presentado por el grupo de Nutrición. Colciencias 1106-04-019-99
10. Determinación de cambios arteriales compatibles con enfermedades crónicas en cadáveres de personas en edad escolar. Presentado por el Grupo de Nutrición a la Secretaría de Salud Municipal de Cali.
11. Estudio sobre factores de riesgo para enfermedades de mayor prevalencia en el departamento del Valle que sirva para el desarrollo de estrategias de su prevención. Presentado por el grupo de Nutrición a la Secretaría de Salud Municipal de Cali.
12. Proyecto de investigación-acción en nutrición (dieta y actividad física) para promover estilos de vida saludable y prevenir riesgos de enfermedades crónicas del adulto. Presentado por el Grupo de Nutrición a la Secretaría de Salud Municipal de Cali.

### *3.3 Recursos Humanos:*

- Felipe García Vallejo
- Guillermo Barreto
- Ranulfo Gonzalez
- Mónica Chávez
- Norma González
- Martha Domínguez
- Jesús Cabrera
- Flavio Cerón
- Dina Pabón
- Mafaly Narváez
- Paula Ordóñez

### *3.4 Entidades Financiadoras:*

- Universidad del Valle
- Harvard AIDS Institute
- Fogarty Foundation/NIH
- COLCIENCIAS
- NSF/BOSTID
- FEN
- Fundación Banco de la República

### *3.5 Cooperación:*



- Centro de Enfermedades Crónicas Virales. Facultad de Medicina. Universidad de Kagoshima
- Department of Immunology and Infectious Diseases. School of Public Health . University of Harvard.
- Museum of Paleontology. University of California at Berkeley.USA.
- Departamento de Biología. Universidad de Beni. Beni. Bolivia
- Instituto de Errores Innatos del Metabolismo.Universidad Javeriana. Bogotá
- Instituto Von Humboldt. Ministerio del Medio Ambiente.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT.
- Laboratorio Sasakawa. Universidad del Valle.
- Laboratorio de Virología. Universidad de Antioquia
- Corporación Educativa del Sinú. Montería. Córdoba
- Departamento de Salud Pública. Universidad de Kagoshima.

### 3.6 Proyección:

De acuerdo con la experiencia que el laboratorio, como grupo de investigación y servicio de extensión a la comunidad, ha adquirido en los últimos cinco años, hemos considerado pertinente trazar el plan de desarrollo 2002-2007 como una serie de iniciativas que se cumplirán en la medida que se consigan los recursos financieros y las condiciones logísticas para ello. Se ha dividido este documento en seis partes que serán los ejes sobre los cuales se efectuarán las labores de investigación, docencia, extensión y servicios.

3.6.1 Investigación: En los siguientes cinco años el laboratorio dará continuidad a sus líneas de investigación, dentro de las cuales se ejecutarán y se propondrán proyectos de investigación para su financiación por entidades nacionales e internacionales

a. Línea de Biología Molecular de Virus Humanos.

1. “ Determinación de la modalidad de integración de provirus HTLV-I en el genoma de células linfocitarias de pacientes PET/MAH”. Desarrollado como parte de la investigación doctoral del candidato a Doctorado en Ciencias Biomédicas, Jesús Cabrera. Se espera terminar este proyecto en Marzo del 2003. Ha recibido financiación por la Fundación Banco de la República.
2. “ Evaluación de la actividad de Integrasa recombinante derivada del HTLV-I en vectores de expresión derivados de Baculovirus”. Este proyecto que se planea iniciar en el mes de Agosto/2002 tendrá una duración de dos años 2004, será ejecutado como parte de la Tesis de Doctorado de la estudiante Martha Domínguez del programa de Postgrado en Ciencias Biomédicas. Se presentará a convocatoria Colciencias.
3. “Evaluación de componentes activos de la Guanábana Anona muricata con potencial actividad antiviral para la infección por el HTLV-I y el VIH-1 in vitro” Este proyecto se planea iniciar en Marzo del 2003 y terminar en el 2006; hará parte de la tesis de Doctorado de la estudiante Ofelia Flores del programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas. Se está buscando financiación por agencias internacionales en convenio con BIOTEC/CIAT.

4. “ Determinación de polimorfismos SNP y STR ligados al cromosoma Y en el riesgo a desarrollar PET/HAM en personas infectadas provenientes de la Costa Pacífica Colombiana” . Este proyecto se planea iniciar en Marzo del 2003 y terminar en el 2006; hará parte de la tesis de Doctorado de la estudiante Mercedes Salcedo del programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas. Se está buscando financiación por agencias internacionales.
5. “ Reconstrucción filogenética del gene de la integrasa de retrovirus”. Este proyecto se planea iniciar en Marzo del 2003 y terminar en el 2006; hará parte de la tesis de Maestría del estudiante Andrés Castillo del programa de Maestría en Ciencias Biomédicas. Se está buscando financiación por agencias internacionales.
6. “Evaluación del efecto de tres mutaciones en el sitio activo de la integrasa del HTLV-I”. Este proyecto se planea iniciar en Marzo del 2003 y finalizar en Marzo 2004, hará parte del trabajo de grado en Química del estudiante Joel Panay del programa de Química. Se está buscando financiación.
7. “Potencial actividad inhibidora, in vitro, de la integrasa del HTLV-I en componentes activos de la Guanábana *Anona muricata*” Este proyecto se planea iniciar en Marzo del 2003 y finalizar en Marzo 2004, hará parte del trabajo de grado en Química de la estudiante Carolina Ceballos del programa de Química. Se está buscando financiación.

b. Línea de Biodiversidad:

1. “Análisis de la variación genética poblacional, mediante marcadores moleculares, de la ictiofauna del río Cauca en el Valle del Cauca” . En desarrollo como parte del proyecto de tesis doctoral del candidato a Doctorado en Ciencias Jorge Nelson López. Se espera que esté terminado esta primera parte en Marzo del 2003. Está financiado por la CVC.
2. “Evaluación de las fuentes de potenciales productos naturales de plantas de la cuenca del río Cauca. Se estará presentado a la CVC para ser ejecutado a partir del mes de Junio del 2003 a tres años, como parte de un convenio de Universidad el Valle/BIOTEC/CIAT.
3. “Genómica comparativa en el delfín rosado, *Inia geoffrensis*” . En fase de planeación y elaboración del proyecto para ser presentado a la WWF a partir del segundo semestre del 2003. La duración estimada de este proyecto será de tres años.
4. “Diversidad Genética en poblaciones de ranas venenosas del Género *Dendrobates* utilizando análisis de STRs”. En fase de planeación y elaboración del proyecto para ser presentado a la WWF a partir del segundo semestre del 2003. La duración estimada de este proyecto será de tres años.

### 3.6.2 Formación de Recurso Humano

a. Doctores

1. Jesús Cabrera . Mayo del 2003
2. Jorge Nelson López. Mayo 2003
3. Mercedes Salcedo. Mayo del 2006
4. Ofelia Flores. Mayo del 2006
5. Martha Domínguez. Mayo 2004
6. Paula Ordóñez. Mayo 2007

b. Magísteres

1. Andrés Castillo. Mayo 2004

c. Profesionales

1. Joel Panay. Químico Junio 2003
2. Carolina Cevallos. Químico. Julio 2003.

3.6.2 Cooperación Nacional e Internacional:

1. Se continuarán los convenios de cooperación suscritos con:
  - Universidad de Kagoshima, Kagoshima, Japón. Para efectuar investigación conjunta en biología molecular de virus humanos.
  - Universidad Javeriana. Instituto de Errores Innatos del Metabolismo. Para realizar investigación en terapia génica de mucopolisacaridosis
  - Escuela de Salud Pública. Universidad de Harvard. Boston. Cooperación en investigación de retrovirus humanos.
2. Se intentará suscribir convenios de cooperación con:
  - Unidad de retrovirus. Laboratorio del Dr. Stephan Jacobson. Instituto Nacional del Cerebro y el Infarto/NIH.
  - Escuela de Salud Pública. Universidad de Sao Paulo. Brasil. Laboratorio del Dr. Antonio Neto.
  - Facultad de Medicina. Departamento de Neurología. Universidad de Chile. Dr. Luis Cartier.

3.6.3 Prestación de Servicios de Pruebas Diagnósticas:

Se continuará prestando el servicio de diagnóstico utilizando las siguientes pruebas para detección de virus mediante métodos inmunológicos y de biología molecular.

- De tamizado para el VIH-1 . ELISA.
- De confirmación por western blot VIH-1
- De tamizado para HTLV-1. ELISA.
- De confirmación por western blot HTLV-1
- De detección de Hepatitis C. ELISA.
- De PCR para HTLV.-1
- De carga viral VIH-1
- De carga viral para HCV

3.6.4 Actividades Académicas y de Difusión:

- Segundo semestre del año 2003. Primer Curso Internacional de Virología Molecular. Con la colaboración del Centro de Enfermedades Crónicas Virales de la Universidad de Kagoshima. Japón. Se está solicitando financiación al Gobierno del Japón y a Instituciones Colombianas.
- Segundo semestre del 2004. Taller de Retrovirus Humanos. Con la colaboración de la Sociedad Internacional de Retrovirología. HTLV. Se está proponiendo a la Sociedad para su ayuda y financiación.

- Segundo semestre del 2005. Segundo Curso Internacional de Virología Molecular. Con la potencial colaboración del NIH/Fogarty y del Centro de Enfermedades Crónicas Virales de la Universidad de Kagoshima. Japón.
- Segundo semestre del 2007. Tercer Curso Internacional de Virología Molecular. Con la potencial colaboración del NIH/Fogarty y del Centro de Enfermedades Crónicas Virales de la Universidad de Kagoshima. Japón.

3.6.5 Creación del Centro de Investigaciones en Biología Molecular y Genómica de la Facultad de Salud. Universidad del Valle: Se está proponiendo ante las instancias correspondientes, la propuesta de creación de un centro de investigaciones que realice la investigación en biología molecular y genómica en la que participen los diferentes integrantes de la Facultad de Salud. Ya se hizo una primera exposición de un documento de trabajo el cual se espera se convierta en un documento definitivo a finales del 2002. Este documento será presentado ante la dirección de la Universidad del Valle para su inicio en el segundo semestre del 2003.

#### **4. GRUPO DE MICROBIOLOGIA Y PARASITOLOGIA**

Como Unidad Académica se conformó hace cerca de 30 años luego de separarse de la que hoy conocemos como la Escuela de Salud Pública. Desde su inicio, se estableció como un Departamento dedicado al apoyo de la docencia en pregrado, la investigación y la extensión; esta última actividad se refiere a la prestación de servicios a la comunidad y las entidades de salud tanto públicas como privadas. En 1980, se inició el programa de Maestría en Microbiología, para cubrir las crecientes necesidades en esta área del conocimiento. En 1997 el departamento comenzó a participar en el programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas, a partir de este momento forma parte junto con los Departamentos de Morfología y Ciencias Fisiológicas, de la Escuela de Ciencias Básicas.

Desde su fundación hasta 1976 mantuvo un Convenio con la Universidad de Tulane mediante el Centro Internacional de Investigaciones y Entrenamiento Médico (ICMRT por su nombre en inglés). Durante ese periodo se llevaron a cabo diversos programas de investigación orientados a las Enfermedades Tropicales causadas por agentes biológicos, de manera especial, en Arbovirus y Entomología. Como fruto de dicho convenio se estableció el Laboratorio de Cultivos Celulares, uno de los pioneros en Colombia, que aun subsiste. Las actividades de investigación de este laboratorio cuentan con el apoyo de la **Fundación Banco de Células In Vitro**, para la producción y suministro de líneas celulares primarias y continuas. Cuenta con líneas de investigación en entomología, la bacteriología, virología, micología, y parasitología; línea esta última que constituye uno de los énfasis del doctorado, por lo cual se detalla a continuación.

Aunque el área de Parasitología es inherente al Departamento de Microbiología como uno de los campos académicos y de investigación y desde su conformación como unidad académica se han llevado a cabo labores de investigación y docencia, desde 1981 se inició en realidad a cumplir con algunas actividades como dirección de investigación a nivel de

pregrado y posgrado. Los campos de investigación se han ligado con ciclos de vida de organismos de importancia en salud humana y de zoonosis y con la sistemática de protozoos y helmintos, concretamente en coccidias y digéneos. En 1990 se iniciaron las actividades de extensión con cursos dirigidos a capacitación de profesionales y la oferta de servicios de diagnóstico y de asesoría a entidades del orden público y privado lo cual genera recursos que se aplican al apoyo de estudiantes de pregrado y posgrado dentro de algunas limitaciones.

#### 4.1 Líneas de investigación:

- Sistemática de coccidias
- Sistemática de platelmintos
- Antígenos excretados de protozoos y helmintos y su aplicación al diagnóstico
- Epidemiología de parásitos en humanos
- Inmunohistopatología de Leishmaniasis
- Resistencia a antimaláricos
- Oncocercosis

#### 4.2 Proyectos:

En el momento se desarrollan los siguientes proyectos de investigación aprobados:

- Coccidias en aves silvestres de la zona rural de Cajibío, Departamento del Cauca (Trabajo de Grado en Biología). Fondos Parasitología Dirigido por H. Carvajal y F. Caro
- Hemoparásitos en aves silvestres de la vereda El Cofre, en el Departamento del Cauca (Trabajo de Grado en Biología). Fondos Parasitología. Dirigido por H. Carvajal y F. Caro
- *Angiostrongylus costaricensis* en roedores y moluscos terrestres del Departamento del Cauca (H. Carvajal y Fanny Caro). Fondos Parasitología
- Expresión de citoquinas durante la respuesta granulomatosa a larvas L2 de *Toxocara canis* en ratones C57bl (Tesis Doctoral de Jorge I. Zapata becado por COLCIENCIAS). Directores M. Takamoto Universidad de Shinshu de Japón, H. Carvajal.
- Parásitos en roedores silvestres de la vereda El Cofre en el Departamento del Cauca (Trabajo de Grado en Biología). Fondos Parasitología Dirigido por H. Carvajal y F. Caro
- Cercarias de tremátodos en caracoles de agua dulce de la Laguna de Sonso en el Valle del Cauca (Trabajo de Grado en Biología). Fondos Parasitología Dirigido por H. Carvajal y F. Caro
- Caracterización Bioquímica parcial de Antígenos Excretados Secretados por larvas infectivas de *A. Caninum*. Fondos del Laboratorio de Parasitología. Dirigido por H. Carvajal

#### 4.3 Recursos humanos:

##### 4.3.1 Personal docente vinculado a Univalle

- Humberto Carvajal, Biólogo, M. Sc, Profesor Titular
- Gloria Inés Palma Álvarez, M.D. Ph.D., Profesora Titular (CVLAC 31268705)
- Francisca Fanny Caro, Laboratorista Clínica, Bióloga, M. Sc., Profesora Asistente

#### 4.3.2 Docentes Adjuntos

- Bruno Luis Travi, Corporación CIDEIM, Docente adjunto.
- Nancy Saravia, Corporación CIDEIM, Docente Adjunto.
- Santiago Nicholls, Instituto Nacional de Salud, Docente Adjunto.
- Imelda Vélez, Profesora Universidad de Antioquia, Docente Adjunto.

#### 4.3.3 Profesionales de apoyo

- Meleny Ramírez P., Bacterióloga, Especialista en Epidemiología, Profesional.
- José Iván Rengifo, Químico, Laboratorista.

#### 4.3.4 Estudiantes activos en Trabajo de Grado

- Lina Flórez, Plan de Estudios en Biología. Directores H. Carvajal, F. Caro
- María Isabel Arango, Plan de Estudios en Biología. Directores H. Carvajal, F. Caro
- Angélica Aponte, Plan de Estudios en Biología. Directores H. Carvajal, F. Caro
- Ana María Santana, Plan de Estudios en Biología. Directores H. Carvajal, F. Caro
- Olga Lucía Velásquez, Plan de Estudios en Biología. Directores H. Carvajal
- José Iván Rengifo Programa de Química, Universidad Santiago de Cali. Director Carvajal

#### 4.3.5 Estudiantes activos de Maestría

- Astrid Elena Areiza, Bacterióloga. Directores H. Carvajal, L.E. Velásquez, U. De Antioquia

#### 4.3.6 Estudiantes activos de Doctorado en Ciencias Biomédicas

- Juan Carlos Sepúlveda, Médico. Directores T. Hems, , H. Carvajal
- Jorge Iván Zapata V., Biólogo, Directores, M. Takamoto, U de Shinshu, Japón y H. Carvajal

### 4.4 Equipos:

#### 4.4.1 Equipo disponible

- Microscopio con luz ultravioleta y equipo de fotografía
- 9 microscopios compuestos para la docencia e investigación
- 5 microscopios estereoscópicos
- 2 neveras
- 1 congelador a  $-18^{\circ}\text{C}$
- 1 equipo para electroforesis
- 1 centrífuga refrigerada de gran capacidad
- pHmetro
- Balanza digital

- Tanque de nitrógeno líquido
- Termociclador
- Microcentrífuga
- Incubadora mediana

#### 4.4.2 Necesidades de equipo

- Incubadora tamaño mediano
- Congelador  $-80^{\circ}\text{C}$
- Nevera
- Congelador vertical  $-18^{\circ}\text{C}$
- Equipo de electroforesis
- Equipo para electrotransferencia de proteínas
- 10 Micropipetas (0.5 – 1 $\mu\text{l}$ , 1 - 20 $\mu\text{l}$ , 20 – 100  $\mu\text{l}$ )
- 2 micropipetas multicanal
- 4 pipeteadores eléctricos
- 1 microscopio compuesto de alta resolución con equipo de fotografía.
- 1 Microscopios esteroscópicos dotados con Zoom hasta 80X y equipo de fotografía.
- 1 centrífuga de mesa (15xg).
- 1 liofilizador

#### 4.5 Movilidad investigadores:

##### 4.5.1 Pasantías externas

- Álvaro Freyre (Uruguay)
- Claudio Silveira (Brasil)
- Santiago Mas-Coma (2 semanas, Universidad de Valencia)
- Mercedes Bargaés, (2 semanas, Universidad de Valencia)
- Melany Cushion (1 semana University of Cincinnati)

##### 4.5.2 Pasantías externas

- Gloria Palma (lab de Patología en Fundación Instituto Oswaldo Cruz Laboratorio de la doctora Claude Primes)
- Humberto Carvajal (University of New Mexico 2 meses)

#### 4.6 Proyección:

El Grupo de Parasitología pretende preparar nuevos profesionales con interés en parasitología con el fin de fortalecerse y poder hacerse competitivo a nivel nacional en principio y en lo posible a nivel internacional. Se trata en el momento de ampliar los campos de investigación hacia la helmintología, de gran importancia para el país pero con un recurso humano muy limitado. En ese orden de ideas, un estudiante de doctorado (J. I. Zapata) investiga acerca de nematodos y la estudiante A. Areiza inicia un proyecto acerca de *Fasciola apática*. Con igual ánimo, algunos estudiantes de pregrado de Biología trabajan acerca de helmintos en animales silvestres como una forma de prepararlos con buenas bases

en biología de estos parásitos y buscar posibles candidatos para adelantar estudios de posgrado. En otros campos, el Laboratorio de Parasitología adelanta la construcción de una página mediante la cual ofrecer un programa de Especialización en Parasitología Médica utilizando la red como medio de llegar a los estudiantes y colocar a disposición de los profesionales interesados una colección de parásitos de importancia en salud humana y en animales silvestres y domésticos. El proyecto ejecutado por UVMedia está adelantado en un 50%. En lo que concierne con la oferta de servicios a la comunidad, se desarrolló un folleto para divulgar los procedimientos, se está entrenando personal en otros laboratorios con lo cual se espera ampliar la oferta y mejorar los ingresos para dar mejor apoyo a la investigación.

### DEBILIDADES Y FORTALEZAS DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMEDICAS:

Tomando como referencia la matriz DOFA (DEBILIDADES, OPORTUNIDADES, FORTALEZAS Y AMENAZAS), es necesario precisar las siguientes:

#### *A. Debilidades:*

##### 1. DOCENTES E INVESTIGADORES.

Si bien los miembros de los diferentes grupos del Doctorado en Ciencias Biomédicas de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, poseen formación académica y experiencia científica para un buen desempeño, se requiere la vinculación de mas investigadores con doctorado que permitan la creación de nuevas líneas y la formulación de nuevos proyectos, es decir ampliar la oferta para los estudiantes. Esta debilidad puede ser suplida ya que en la actualidad se adelanta una política de reemplazo de jubilados, fundamentados en el plan de desarrollo institucional.

Se considera una amenaza los escasos incentivos que existen para los investigadores, los sistemas de promoción y la inestabilidad característica en un país cuya situación socio-económica no es la mejor. Sin embargo esta convocatoria se presenta como una oportunidad que ha despertado el interés y la esperanza de los investigadores, para continuar el esfuerzo de varios años.

##### 2. ESTUDIANTES

Tradicionalmente se ha brindado poco apoyo a los estudiantes para vincularse a programas nacionales. En ocasiones nuestros programas tienen que competir con el natural deseo de los estudiantes de formarse en el exterior. Un programa de becas y préstamos condonables como el de la presente convocatoria, impulsaría el deseo de los estudiantes nacionales para vincularse a doctorados como el nuestro. Hasta el presente la experiencia muestra que unos pocos estudiantes se han sostenido en los programas con mucho esfuerzo, a veces solo apoyados con una beca de matrícula o con préstamos no condonables.

##### 3. ESPACIOS Y EQUIPOS.



En la actualidad contamos con espacios físicos adecuados gracias a la remodelación del edificio de ciencias básicas. Sin embargo muchos de los equipos con los cuales contamos actualmente son obsoletos, con lo cual las posibilidades hacia un futuro si no se renuevan se disminuyen notablemente.

#### 4. MATERIALES Y REACTIVOS.

En nuestro medio los materiales y reactivos para la investigación son muy costosos comparados con el exterior. El tiempo de entrega cuando se adquiere un material es aceptable, pero quizá este concepto se deriva de la fuerza de la costumbre. Estos procedimientos deben optimizarse. Todos los materiales, equipos, y reactivos tiene un sobre costo en el país del 30% comparado con los precios internacionales, lo cual le resta competitividad a la investigación en el país.

#### 5. PRODUCCION INTELECTUAL.

Si bien como grupo no dudamos de las posibilidades de generar conocimientos y datos de interés para la comunidad científica internacional, el número de publicaciones no refleja el esfuerzo que se adelanta en los diferentes proyectos. Este problema es común a la ciencia que se desarrolla en el tercer mundo. La oportunidad de consolidar sistemas de asociación con pares extranjeros, es una buena estrategia para incrementar el número de publicaciones.

#### 6. BIBLIOTECA

La biblioteca ha sufrido un deterioro en publicaciones a partir de 1997. La actualización se está fundamentando en esfuerzos personales de los profesores y de los estudiantes. Es prioritario que esta área se pueda fortalecer.

#### 7. INESTABILIDAD DE LA INSTITUCION.

A partir de 1998, la Universidad del Valle particularmente ha tenido un tránsito muy difícil por situaciones laborales debido al déficit crónico; sin embargo hay indicios de recuperación y la mística por la investigación parece reactivarse.

##### *B. Fortalezas:*

1. Continuidad de las líneas de investigación. La Facultad de Salud de La Universidad del Valle tiene tradición en investigación,
2. Existen programas de maestría y de doctorado cada vez más sólidos.
3. La facultad es protagonista de eventos científicos.
4. Existen otros programas de postgrado e investigación en otras Facultades como Ingenierías, Ciencias y Ciencias Clínicas que permiten proyectarnos hacia la multi y transdisciplinariedad.