

PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN MICROSCOPIA ELECTRÓNICA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

ÍNDICE

I. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA	3
1. Antecedentes	3
2. El Plan de Estudios de la Especialización en Microscopía Electrónica Aplicada a las Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias	3
3. Fundamentación Académica del Programa que se propone	4
3.1 Áreas del conocimiento que abarca la disciplina	4
3.2 Problemas y necesidades que atenderá el programa	4
3.3 Horizonte laboral del egresado	5
3.4 Demanda probable anual de alumnos	5
4. Propósitos del Programa	5
4.1 Objetivo general del programa	5
4.2 Perfil del egresado	5
II. PLAN DE ESTUDIOS	6
1. Objetivo	6
2. Organización del plan de estudios	6
2.1 Duración de los estudios	6
2.2 Créditos del programa	6
2.3 Estructura y organización académica	6
2.4 Actividades académicas	6
2.5 Forma general de trabajo durante los estudios	8
2.6 Opciones de flexibilidad para cubrir las actividades académicas	8
3. Requisitos de Ingreso	8
4. Tiempo de dedicación del alumno	9
5. Requisitos de Permanencia	9
5.1 Número máximo y mínimo de actividades académicas	9
5.2 Límite de flexibilidad para cursar el plan de estudios	9
5.3 Límite de permanencia en el programa	9
6. Requisitos para obtener el diploma	9
III. DE LAS ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES EN EL PROGRAMA	9
1. Características y recursos con que cuentan las entidades académicas participantes	9
2. Características y recursos que, como requisitos, deberán tener las entidades académicas para participar en el programa	10
IV. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA	10
V. NORMAS OPERATIVAS DEL PROGRAMA	10
1. Del Comité Académico	10
2. Atribuciones del Comité Académico	10
3. Del Coordinador del Programa	11
4. Atribuciones y responsabilidades del Coordinador del Programa	11

5. Del Subcomité de Admisión	11
6. De los requisitos para la incorporación de nuevas Entidades Académicas	11
7. Del Sistema Tutoral	11
8. De los profesores	12
9. Del procedimiento de selección y admisión de los alumnos	12
10. De los alumnos	12
11. Del personal académico inscrito en el programa	12
VI. ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES	12
VII. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE	12
VIII. ARTÍCULOS TRANSITORIOS	12
IX. LISTA DE TUTORES PRINCIPALES PROPUESTOS PARA INICIAR EL PROGRAMA	14
X. LISTA DE PROFESORES PROPUESTOS PARA INICIAR EL PROGRAMA	15
XI. CONCENTRADOS CURRICULARES DE LOS TUTORES PRINCIPALES Y PROFESORES PROPUESTOS PARA INICIAR EL PROGRAMA	16
APÉNDICE I: PROGRAMA DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS TEÓRICAS	20
Microscopía Electrónica Teórica I	20
Microscopía Electrónica Teórica II	23
APÉNDICE II: PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS	35
Temas selectos de microscopía electrónica (Técnicas citoquímicas de localización molecular)	35
Temas selectos de microscopía electrónica (La microscopía electrónica y sus aplicaciones en la biomedicina)	41
APÉNDICE III. DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS PRÁCTICAS	42
Microscopía Electrónica Práctica I	42
Microscopía Electrónica Práctica II	42
Trabajo de Investigación I	44
Trabajo de investigación II	44

I. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA

El presente programa es el resultado de la adecuación al nuevo Reglamento General de Estudios de Posgrado (RGEP) de 1995 de la Especialización en Microscopía Electrónica Aplicada a las Ciencias Biológicas, aprobada por el H. Consejo Universitario el 4 de septiembre de 1987, e impartida por la Facultad de Ciencias desde 1988.

Esta será la formalización de la colaboración que ha tenido lugar con académicos de otras entidades desde antes de la aprobación oficial de la mencionada especialidad en 1988.

El plan de estudios que se propone tiene como objetivo general capacitar a profesionales o egresados de las carreras médico-biológicas, veterinarias, químico-biológicas y otras afines, en la utilización de la microscopía electrónica para el análisis y resolución de problemas histológicos, citológicos y moleculares.

El programa comprenderá actividades académicas teóricas, prácticas y de investigación. Por medio de éstas se dará al alumno el sustento para la comprensión, conocimiento y manejo de las técnicas y procedimientos tanto para la preparación de las muestras a estudiar como de los diferentes tipos de microscopios electrónicos que se emplean usualmente. A través del trabajo de investigación el alumno contestará una pregunta concreta utilizando alguno de los procedimientos de la microscopía electrónica, y la conclusión y aprobación de éste en el segundo semestre le otorgará, teniendo aprobados el total de créditos, el diploma de Especialista en Microscopía Electrónica en Ciencias Biológicas.

El programa se organiza con base en un riguroso sistema tutorial en el cual descansa la calidad de la enseñanza y del trabajo de investigación. Dadas las características del programa y a que los especialistas en la temática trabajan en diversas entidades, se ha considerado para el inicio del programa la participación de tutores y profesores externos, tanto de otras entidades de la UNAM como del sector salud.

1. Antecedentes

El Programa de la Especialización en Microscopía Electrónica en Ciencias Biológicas es el resultado de la adecuación del Programa de la Especialización en Microscopía Electrónica Aplicada a las Ciencias Biológicas con la colaboración de miembros del Laboratorio de Microscopía Electrónica del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias con académicos de la Facultad de Medicina.

2. El Plan de Estudios de la Especialización en Microscopía Electrónica Aplicada a las Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias.

Desde 1971 se han impartido asignaturas optativas a nivel de licenciatura y posgrado sobre temas de Microscopía Electrónica con una importante parte práctica, pero fue hasta 1987 que se sistematizó la enseñanza de la Microscopía

Electrónica en forma de un plan de estudios de especialización. Desde esa fecha el plan consiste de una enseñanza en dos semestres con las siguientes asignaturas obligatorias:

a) Primer semestre:

Microscopía Electrónica Teórica I (8 créditos)

Microscopía Electrónica Práctica I (10 créditos)

Trabajo de Investigación I (10 créditos)

b) Segundo semestre:

Microscopía Electrónica Teórica II (8 créditos)

Microscopía Electrónica Práctica II (15 créditos)

Trabajo de Investigación II (10 créditos)

Para la obtención del diploma es necesario presentar un trabajo y su réplica oral. Este trabajo es escrito en forma de un artículo científico y debe demostrar que el alumno está capacitado para emplear los métodos aprendidos en la resolución de un problema de alguna de las áreas de la biología o de la medicina humana o veterinaria, en el sentido más amplio.

Desde su creación en 1988 se han inscrito 54 alumnos, de los cuales 25 han obtenido el diploma.

El Plan de Estudios cuenta actualmente con 4 tutores de la Facultad de Ciencias y 8 externos.

3. Fundamentación Académica del Programa que se propone

3.1 Áreas del conocimiento que abarca la disciplina

El programa que se propone comprenderá las áreas de las ciencias necesarias para cumplir con su objetivo principal, que es el de preparar al alumno para el uso de la microscopía electrónica como una herramienta para resolver problemas en el campo de las ciencias médico-biológicas y áreas afines. Por lo tanto se impartirán conocimientos de la Física e Ingeniería del instrumento, necesarios para entender su funcionamiento y las condiciones impuestas por la naturaleza de los aparatos para la preparación de los especímenes biológicos o moleculares. Además se tratarán aspectos de Física, Química, Citoquímica, Inmunocitoquímica, de Biología Tisular, Celular y Molecular que sirvan de sustento teórico a las técnicas y procedimientos empleados en la preparación de muestras para su estudio con los diferentes tipos de microscopios electrónicos.

3.2 Problemas y necesidades que atenderá el programa

El Programa está dirigido a formar un egresado que no sea solamente un técnico, sino que esté capacitado para utilizar la metodología en la resolución de problemas biológicos, médicos o afines. Esto quiere decir que conozca las ventajas y limitaciones de la microscopía electrónica de forma tal que pueda deslindar las interrogantes que es posible contestar con estos procedimientos, de las que requieren de otras metodologías y aporte ideas relacionadas con las

ventajas y desventajas del uso de la microscopía electrónica como herramienta en la solución de problemas dentro de una línea de investigación en marcha.

3.3 Horizonte laboral del egresado

En México, desde hace más de 30 años, se han adquirido numerosos microscopios electrónicos en hospitales y centros de salud, institutos y centros de investigación, en universidades como la U.N.A.M., la U.A.M., Universidades Estatales, en la industria, etc. Muchos de estos equipos no son utilizados debido a la falta de personal preparado para enfrentar los problemas que plantea un laboratorio de este tipo para la resolución de las necesidades de las instituciones. Existen en ellas los equipos pero no los especialistas capaces de realizar las técnicas adecuadas, introducir, montar y adaptar técnicas emergentes, así como desarrollar métodos nuevos, generar resultados y evaluarlos.

Cabe señalar que diversas instituciones continúan en el proceso de adquisición de equipo e instalación de unidades de esta naturaleza, lo que sigue aumentando las oportunidades de empleo de personal especializado.

3.4 Demanda probable anual de alumnos

La experiencia de enseñar un plan de estudios similar al aquí propuesto indica que la demanda oscilará entre 5 y 15 aspirantes por año.

4. Propósitos del Programa

4.1 Objetivo general del programa

Tiene como objetivo fundamental formar personal especializado que sea capaz de emplear los diversos tipos de microscopios electrónicos y de seleccionar el más adecuado para la solución de diferentes problemas histológicos, citológicos y/o moleculares, elegir y realizar procedimientos y técnicas de preparación de muestras, montar y adaptar técnicas emergentes, así como desarrollar innovaciones técnicas para resolver problemas y crear conocimientos en áreas relacionadas con la biología.

4.2 Perfil del egresado

El egresado tendrá las bases teóricas, los conocimientos prácticos, así como las habilidades psicomotrices que le permitirán utilizar por sí mismo una unidad de Microscopía Electrónica dedicada a la investigación en las áreas médico-biológicas, o en los aspectos biológicos de las ciencias ambientales. Será capaz de seleccionar los métodos más adecuados para resolver los distintos problemas de las áreas mencionadas, así como de montar y adaptar técnicas emergentes y aún de desarrollar metodologías innovadoras. Tendrá las bases necesarias para seleccionar el equipo más adecuado para el trabajo que desarrolle. Podrá ayudar a resolver problemas médico-biológicos mediante la utilización de la microscopía electrónica.

II. PLAN DE ESTUDIOS

1. Objetivo

El plan de estudios que se propone tiene como objetivo general capacitar a profesionales o egresados de las carreras médico-biológicas, veterinarias, químico-biológicas y otras afines, en la utilización de la microscopía electrónica para el análisis y resolución de problemas histológicos, citológicos y moleculares.

2. Organización del Plan de Estudios

2.1 Duración de los estudios

El Plan de Estudios se desarrollará en 2 semestres.

2.2 Créditos del Programa

El total de créditos será de 67.

2.3 Estructura y organización académica

Actividades académicas teóricas: 22 créditos. En el primer semestre habrá una actividad académica de 8 créditos y en el segundo habrá dos, una de 8 y otra de 6 que corresponderá a una optativa.

Actividades académicas prácticas: 25 créditos. En el primer semestre será de 10 créditos, mientras que el del segundo semestre otorgará 15.

Actividades académicas de investigación: 20 créditos. Uno en cada semestre de 10 créditos. El alumno desarrollará un proyecto único que se extenderá a lo largo de los dos semestres.

2.4 Actividades académicas

Habrá tres tipos de actividades académicas: teóricas, prácticas y de investigación. Con excepción de la optativa, el resto de las actividades académicas serán seriadas, no podrá cursarse una actividad académica nivel dos sin haber aprobado la homónima nivel uno.

Las actividades académicas teóricas serán:

Microscopía Electrónica Teórica I y Microscopía Electrónica Teórica II, una en cada semestre, ambas obligatorias. En éstas se impartirán los conocimientos básicos sobre los microscopios electrónicos, los métodos de preparación de muestras y análisis de las mismas. En el segundo semestre el alumno deberá cursar uno de los Temas Selectos de Microscopía que se ofrecerán cada semestre, las cuales se relacionarán con las aplicaciones específicas de la microscopía en diferentes áreas del conocimiento médico humano, veterinario, biológico, paleontológico, molecular, en aspectos biológicos de ciencias ambientales y de la Tierra, etc. En esta forma el alumno se pondrá en contacto con los usos de la microscopía en terrenos concretos y con especialistas en diferentes ciencias.

Las actividades académicas prácticas serán:

Microscopía Electrónica Práctica I y Microscopía Electrónica Práctica II. Estas actividades académicas consistirán en un aprendizaje totalmente práctico de preparación del material médico-biológico o relacionado con los aspectos biológicos de las ciencias ambientales para su estudio con alguno de los tipos de microscopio electrónico, relacionado con los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. En los cursos prácticos también se aprenderá el manejo de los microscopios electrónicos, de diversos accesorios, así como también algunos procedimientos de mantenimiento de rutina que el usuario puede y debe llevar a cabo.

Los Trabajos de Investigación I y II están destinados a que el alumno conteste una pregunta concreta utilizando alguno de los procedimientos de la microscopía electrónica, bajo la dirección del tutor asignado. El alumno informará por escrito y en forma oral los resultados de estos trabajos al finalizar cada semestre.

ACTIVIDADES ACADÉMICAS

Nombre	Carácter	Tipo	Número de horas		Créditos	Seriación
			Teóricas	Prácticas		
Primer Semestre						
Microscopía electrónica teórica I	Obligatoria	Teórica	4		8	
Microscopía electrónica práctica I	Obligatoria	Práctica		10	10	
Trabajo de investigación I	Obligatoria	Práctica		10	10	
<i>Subtotal</i>			<i>4</i>	<i>20</i>	<i>28</i>	
Segundo Semestre						
Microscopía electrónica teórica II	Obligatoria	Teórica	4		8	Microscopía electrónica teórica I
Temas selectos de microscopía electrónica	Optativa	Teórica	3		6	
Microscopía electrónica práctica II	Obligatoria	Práctica		15	15	Microscopía electrónica práctica I
Trabajo de investigación II	Obligatoria	Práctica		10	10	Trabajo de investigación I
<i>Subtotal</i>			<i>7</i>	<i>25</i>	<i>39</i>	
TOTAL			11	45	67	

2.5 Forma General de Trabajo Durante los Estudios

Las actividades académicas teóricas, prácticas y de investigación se cursarán simultáneamente en cada semestre. Las prácticas las realizará cada alumno con el material de su interés, es decir empleando muestras relacionadas con su trabajo de investigación. En las prácticas los alumnos estarán estrechamente supervisados por profesores, de forma que cada profesor no atienda a más de un alumno al mismo tiempo.

Cada alumno desarrollará en los dos Trabajos de Investigación un solo tema que será propuesto por el alumno de acuerdo con su tutor principal, bajo cuya dirección el alumno realizará su trabajo de investigación; el profesor del Trabajo de Investigación correspondiente juzgará los alcances, profundidad, importancia didáctica y factibilidad del proyecto. Como muchas veces el tutor principal domina el área del conocimiento en el que el alumno lleva a cabo su búsqueda, pero no la microscopía electrónica, el profesor del Trabajo de Investigación deberá supervisar y ayudar al alumno para contribuir a la buena marcha de su investigación. Al final del Trabajo de Investigación I el alumno hará un informe de sus avances en forma escrita y lo presentará en forma oral. El profesor evaluará los resultados, basándose en dichos informes. Al final del Trabajo de Investigación II el informe escrito y su exposición oral se llevarán a cabo ante un jurado formado por el profesor de dicha actividad académica, el tutor y un tercer miembro que cumpla con los requisitos académicos de un tutor. El informe escrito constará de una introducción en la que se sitúe el problema a estudiar en el marco del conocimiento actual del tema, de una descripción de los materiales y métodos empleados, de un relato de los resultados obtenidos acompañado de los documentos probatorios, de una discusión de la validez e importancia de los hallazgos y de un resumen.

2.6 Opciones de flexibilidad para cubrir las actividades académicas

Dada la breve duración del Plan, la mayoría de las actividades académicas son obligatorias. Sin embargo, durante el segundo semestre se impartirán Temas Selectos de Microscopía, entre los que el alumno deberá optar por cursar uno. Además los Trabajos de Investigación I y II pueden llevarse a cabo en cualquier unidad de Microscopía Electrónica debidamente equipada bajo la dirección de un académico que sea Especialista, Maestro o Doctor, en actividad académica. El Comité Académico resolverá si las unidades de microscopía electrónica son adecuadas a la enseñanza de la Especialización y decidirá la aceptación de los aspirantes a fungir como tutores principales.

3. Requisitos de Ingreso

- a) Tener el 100% de los créditos de una licenciatura en las áreas de Biología, Medicina, Medicina Veterinaria, Química, Ciencias de la Tierra, Física o afines.
- b) Sostener una entrevista con el Subcomité de Admisión designado por el Comité Académico, en la que se analizarán sus motivos para ingresar y el posible tema del trabajo de investigación.

- c) Obtener el dictamen de suficiencia académica otorgado por el Comité Académico.
- d) Demostrar conocimiento suficiente del español cuando éste no sea la lengua materna del aspirante. La constancia deberá ser otorgada por el Centro de Enseñanza para Extranjeros de la UNAM.

En casos excepcionales, en los cuales el aspirante no cuente con el 100% de los créditos de la licenciatura, pero si un mínimo del 75%, el Subcomité de Admisión evaluará, además de lo anterior, si el alumno tiene la experiencia y conocimientos suficientes para cursar la Especialización. La decisión final la tomará el Comité Académico

En caso que la preparación del alumno fuera insuficiente pueden fijarse prerequisites, que podrán cursarse en forma previa o simultánea con los estudios regulares.

4. Tiempo de dedicación del alumno

El alumno dedicará al menos 24 horas semanales.

5. Requisitos de permanencia

5.1. Número máximo y mínimo de actividades académicas

Cursar al menos una de las actividades académicas obligatorias. Como máximo podrán realizarse cuatro actividades académicas por semestre.

5.2. Límite de flexibilidad para cursar el Plan de Estudios

Con base en lo señalado en el punto 4, la permanencia máxima en los estudios será de 4 semestres. Esta duración está de acuerdo con los artículos 16 y 44 del RGEF vigente en la UNAM (1995).

5.3 Límite de permanencia en el programa

La permanencia en el programa se sujetará a lo establecido en los artículos 10 y 11 del RGEF, vigente en la UNAM (1995)

6. Requisitos para obtener el diploma

Tener constancia de traducción técnica del idioma inglés (expedida por el CELE de la UNAM u otro centro acreditado por el Comité Académico), haber aprobado todas las actividades académicas y por lo tanto tener el 100% de créditos.

III. DE LAS ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES EN EL PROGRAMA

1. Características y recursos con que cuentan las entidades académicas participantes.

Las entidades académicas que participan en la operación inicial de la Especialización cuentan con al menos un tutor principal y/o profesor, y poseen una unidad de microscopía electrónica dedicada a la enseñanza y/o investigación científica, así como los bienes de consumo y el equipo necesario para la realización exclusivamente de las clases prácticas que convengan en llevar a

cabo. Los gastos que los alumnos realicen en los Trabajos de Investigación I y II correrán por parte del laboratorio del tutor principal.

2. *Características y recursos que, como requisitos, deberán tener las entidades académicas para participar en el programa*

Las entidades académicas que deseen participar en el futuro en la enseñanza de la Especialización deberán tener al menos un tutor principal y/o profesor en el Plan y poseer al menos una unidad de microscopía electrónica dedicada a la enseñanza y/o investigación científica. Así mismo deberán contar con los bienes de consumo y el equipo necesario para la realización exclusivamente de las clases prácticas que convengan en llevar a cabo. Los gastos que los alumnos realicen en los Trabajos de Investigación correrán por parte del laboratorio del tutor principal.

IV. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

De conformidad con el artículo 33 inciso n) del RGEP, se celebrará una reunión anual de evaluación y planeación del programa, en el cual el Coordinador presentará el informe de actividades y el plan de trabajo. A esta reunión se invitará a los directores de las entidades académicas afines que no participen en el programa.

V. NORMAS OPERATIVAS DEL PROGRAMA

1. *Del Comité Académico*

Estará formado por el Coordinador del programa, los directores de las entidades o sus representantes y un representante de cada entidad académica participante, este último electo por los profesores y tutores de cada entidad acreditados por el Comité Académico. Los miembros del comité académico durarán dos años en sus funciones y podrán ser reelectos.

La convocatoria, supervisión y calificación de las elecciones será realizada por los Consejos Técnicos, como los estipula el artículo 30 del RGEP para los comités académicos de maestría y doctorado.

2. *Atribuciones del Comité Académico*

Las atribuciones del Comité Académico serán:

- a) Decidir, con base en los requisitos del programa, sobre el ingreso de los alumnos al programa
- b) Decidir, con base en los requisitos del programa, sobre la permanencia de los alumnos.
- c) Aprobar la asignación para cada alumno, del tutor principal, y en su caso de otro tutor de acuerdo al punto 7 de las normas operativas
- d) Asignar el jurado para la presentación y evaluación del reporte oral y escrito del Trabajo de Investigación II.
- e) Decidir sobre las solicitudes de cambio de tutor principal, tutor, y jurado para la evaluación del Trabajo de Investigación II.

- f) Aprobar la incorporación de nuevos tutores y profesores, y actualizar periódicamente la lista de los tutores y profesores acreditados en el programa.
- g) En casos excepcionales y debidamente fundamentados, aprobar, de acuerdo a los lineamientos generales que establezca el Consejo Académico del Área de las Ciencias Biológicas y de la Salud, la dispensa de grado o título de especialista en microscopía para posibles tutores, profesores, o miembros de jurados, haciéndolo del conocimiento de los Consejos Técnicos respectivos.

Así como las establecidas en los incisos h al q del artículo 33 del RGEP.

3. Del coordinador del programa

Será un académico de carrera con las características curriculares de los tutores de esta Especialización y deberá cubrir los requisitos establecidos en el Artículo 36 del RGEP. Será designado por los directores de las entidades académicas participantes, de acuerdo con el artículo 42 del RGEP. Durará dos años en sus funciones y no podrá ser designado para un período inmediato.

4. Atribuciones y responsabilidades del Coordinador del Programa

Serán las definidas en el artículo 35 del RGEP.

5. Del Subcomité de Admisión.

El Comité Académico nombrará, renovará, y establecerá el número de miembros y la composición del Subcomité de Admisión en dependencia del número de aspirantes, cuidando que se mantenga la participación de las entidades académicas.

6. De los requisitos para la incorporación de nuevas Entidades Académicas

El Comité Académico analizará las solicitudes de incorporación de nuevas Entidades Académicas al Programa. En caso de recomendar su incorporación, ésta será turnada a los Consejos Técnicos y a los Consejos Académicos de Área correspondientes. Las nuevas Entidades Académicas deberán contar con los requisitos establecidos en el capítulo V, así como declarar formalmente la aceptación de los objetivos y normatividad del Programa.

7. Del Sistema Tutorial

Los tutores serán académicos que sean Especialistas, Maestros o Doctores que posean conocimientos de microscopía electrónica avalados por publicaciones en revistas internacionales. Cuando las características del trabajo de investigación del alumno lo justifiquen plenamente el Comité Académico designará un tutor adicional que complemente la formación metodológica del alumno. Todas las decisiones de nombramiento o baja de tutores principales y tutores las tomará el Comité Académico.

Las funciones de los tutores principales son: respaldar académicamente el tema del trabajo de investigación que el alumno propondrá de acuerdo con éste, dirigir

dicha investigación y formar parte del jurado de examen del Trabajo de Investigación II de su tutorado.

8. De los profesores

Ser maestros o doctores en el área Médico-Biológica, Química, Física, Ingeniería, o ciencias afines, o bien especialistas en Microscopía Electrónica con conocimientos de microscopía electrónica avalados por publicaciones en revistas internacionales.

9. Del procedimiento de selección y admisión de alumnos

Todos los aspirantes a ingresar al programa sostendrán una entrevista con el Subcomité de Admisión designado por el Comité Académico, la cual tiene el propósito de determinar si el aspirante cubre los requisitos para ingresar al programa. De esta entrevista podrán derivarse recomendaciones específicas para su admisión.

10. De los alumnos

Los alumnos deberán cumplir las condiciones de dedicación mencionadas en los requisitos de permanencia.

11. Del personal académico inscrito en el programa

De conformidad con el artículo 9, segundo párrafo del RGEP, el Comité Académico determinará el reconocimiento y acreditación por los cursos de posgrado impartidos y obra académica o profesional realizada, que tengan relación con las actividades académicas del plan de estudios.

VI. ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES

Las Entidades Académicas del Programa de Especialización en Microscopía Electrónica en Ciencias Biológicas que serán responsables al inicio de sus actividades son Facultad de Ciencias y la Facultad de Medicina.

VII. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE

Las Entidades Académicas participantes en el Programa cuentan con la infraestructura básica de al menos un microscopio electrónico, y pondrán a disposición los bienes de consumo y equipo necesario para la realización de las actividades, tal como se señala en el punto III del programa.

VIII. ARTÍCULOS TRANSITORIOS

a) Los alumnos inscritos en la Especialización en Microscopía Electrónica Aplicada a las Ciencias Biológicas podrán concluir sus estudios conforme a dicho plan, por lo que quedan en funciones sus respectivos tutores. Una vez integrado el Comité Académico del programa adecuado, éste asumirá las funciones de la antigua Subcomisión de la Especialización.

b) Los alumnos inscritos en la Especialización en Microscopía Electrónica Aplicada a las Ciencias Biológicas podrán solicitar su cambio al programa adecuado. Esta solicitud deberá presentarse por escrito con el aval del tutor ante el Comité Académico, el cual determinará las actividades académicas del plan anterior que le sean revalidadas por las homónimas del nuevo plan.

c) Los alumnos que soliciten y obtengan el cambio al programa adecuado y que no hayan aprobado el Trabajo de Investigación II en el antiguo plan, podrán cursarlo o presentar el examen (en el caso que lo hubieran cursado) optando por la forma de obtención del diploma propuesta en la presente adecuación..

IX. LISTA DE TUTORES PRINCIPALES PROPUESTOS PARA INICIAR EL PROGRAMA.

DE LAS ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES

Facultad de Ciencias

Dra. Olga Margarita Echeverría Martínez

Dr. Luis Felipe Jiménez García

Dr. Gerardo Hebert Vázquez Nin

Dra. Guadalupe Zavala Padilla

Facultad de Medicina

M. en C. Teresa Fortoul van der Goes

DE OTRAS ENTIDADES ACADÉMICAS DE LA UNAM

Centro de Neurobiología, UNAM, Campus Juriquilla

Dr. Alfonso Cárabez Trejo

Dr. Jorge Larriva Saad

Instituto de Física

Dra. Ana María Cetto Kramis

Instituto de Investigaciones Biomédicas

Dr. Horacio Merchant Larios

INSTITUCIONES EXTERNAS A LA UNAM

Instituto Nacional de la Nutrición

Dr. Rogelio Hernández Pando

X. LISTA DE PROFESORES PROPUESTOS PARA INICIAR EL PROGRAMA.**DE LAS ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES****Facultad de Ciencias**

Dra. Olga Margarita Echeverría Martínez

Dr. Luis Felipe Jiménez García

Dr. Gerardo Hebert Vázquez Nin

Facultad de Medicina

M. en C. Teresa Fortoul van der Goes

DE OTRAS ENTIDADES ACADÉMICAS DE LA UNAM**Instituto de Física**

Dra. Ana María Cetto Kramis

Instituto de Geología

M. en C. Adela Margarita Reyes Salas

INSTITUCIONES EXTERNAS A LA UNAM**Instituto de Perinatología, Depto. de Microscopía Electrónica.**

Esp. Mic. Elec. María Ernestina Flores Rivera (profesor sólo de prácticas)

Esp. Mic. Elec. Marco Antonio González Jiménez (profesor sólo de prácticas)

XI. CONCENTRADOS CURRICULARES DE LOS TUTORES PRINCIPALES Y PROFESORES PROPUESTOS PARA INICIAR EL PROGRAMA.

FACULTAD DE CIENCIAS

Olga Margarita Echeverría Martínez

Doctora en Ciencias (Biología), UNAM
Profesor Titular "C", Tiempo Completo, Definitivo
Laboratorio de Microscopía Electrónica
Cursos impartidos: 66
Tesis dirigidas: 24
Artículos publicados: 55
Capítulos de libros: 2
Libro como autor 1
SNI: nivel 2
PRIDE: nivel D

Luis Felipe Jiménez García

Doctor en Ciencias (Biología), UNAM
Profesor Titular "B", Tiempo Completo, Definitivo
Laboratorio de Microscopía Electrónica
Cursos impartidos: 85
Tesis dirigidas: 10
Artículos publicados: 28
SNI: nivel 1
PRIDE: D

Gerardo Hebert Vázquez Nin

Doctor en Ciencias (Biología), UNAM
Profesor Titular "C", Tiempo Completo, Definitivo
Laboratorio de Microscopía Electrónica
Cursos impartidos: 72
Tesis dirigidas: 19
Artículos publicados: 65
Capítulos de libros: 3
Libro como autor 1
SNI: nivel 3
PRIDE: nivel D

Guadalupe Zavala Padilla

Doctor en Ciencias (Biología), UNAM
Técnico Académico Titular "C", Tiempo Completo, Definitivo
Laboratorio de Microscopía Electrónica
Cursos impartidos: 15
Tesis dirigidas: 2
Artículos publicados: 8

Capítulos de libros: 1

PRIDE: nivel D

FACULTAD DE MEDICINA

Teresa Fortoul van der Goes

Maestra en Ciencias Médicas, UNAM

Profesor Titular "B", Tiempo Completo, Definitivo

Facultad de Medicina

Cursos impartidos: 40

Tesis dirigidas: 15

Artículos publicados: 34

Capítulos de libros: 13

SNI: nivel 1

PRIDE: C

DE OTRAS ENTIDADES ACADEMICAS DE LA UNAM

Centro de Neurobiología, UNAM, Campus Juriquilla

Alfonso Cárabez Trejo

Doctor en Química, Especialidad en Bioquímica, UNAM

Investigador Titular "C", Tiempo Completo, Definitivo

Jefe de la Unidad de Microscopía Electrónica

Centro de Neurobiología, UNAM, Campus Juriquilla

Cursos impartidos: 36

Artículos publicados: 58

Libros: 3

SNI :nivel 2

PRIDE C

Jorge Larriva Saad

Doctor en Anatomía. Universidad de California, Los Ángeles

Investigador Titular "B",Tiempo Completo, Definitivo

Centro de Neurobiología, Campus Juriquilla

Cursos impartidos:10

Artículos publicados: 43

SNI: nivel 2

PRIDE: C

Instituto de Física

Ana María Cetto Kramis

Dra. en Ciencias (Física), UNAM

Investigador Titular "C", Tiempo Completo, Definitivo

Jefe del Departamento de Física Teórica del Instituto de Física, UNAM

Cursos impartidos:100

Tesis dirigidas: 20

Artículos publicados: 60

Libros: 1

SNI: nivel 3

PRIDE D

Distinciones:

Presidenta del Comité Ejecutivo de las Conferencias Pugwash. Premio Nóbel de la Paz 1995

Presea Dorada de la Liga Internacional de Humanistas

Instituto de Geología

Adela Margarita Reyes Salas

Maestra en Ciencias (Biología), UNAM

Técnico Académico Titular "B", Tiempo Completo, Definitivo

Instituto de Geología

Cursos impartidos: 5

Tesis dirigidas: 1

Artículos publicados: 13

Capítulos de libros: 1

PRIDE: C

Instituto de Investigaciones Biomédicas

Horacio Merchant Larios

Dr. en Ciencias (Biología), UNAM

Investigador Emérito

Jefe del Departamento de Biología Celular

Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM

Tesis dirigidas: 36

Cursos impartidos: 23

Publicaciones 70

SNI: Emérito

PRIDE: D

INSTITUCIONES EXTERNAS A LA UNAM

Instituto Nacional de la Nutrición

Rogelio Hernández Pando

Dr. en Investigación Biomédica Básica, UNAM

Investigador Titular "B", Tiempo Completo

Instituto Nacional de la Nutrición

Cursos impartidos: 12

Tesis dirigidas: 7

Artículos publicados: 37

SNI: nivel 1

Instituto de Perinatología, Depto. de Microscopía Electrónica.**María Ernestina Flores Rivera**

Bióloga, Facultad de Ciencias, UNAM

Especialista en Microscopía Electrónica Aplicada a las Ciencias Biológicas,
UNAM

Investigador Asociado "B"

Instituto de Perinatología

Cursos impartidos: 4

Trabajos publicados: 8

Marco Antonio González Jiménez

Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM

Especialista en Microscopía Electrónica Aplicada a las Ciencias Biológicas. UNAM

Investigador Asociado "B"

Instituto de Perinatología, Depto. de Microscopía Electrónica.

Cursos impartidos: 36

Trabajos publicados: 9

APÉNDICE I. PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS TEÓRICAS

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA TEÓRICA I

Semestre: primero

Tipo de Actividad: teórica

Carácter: obligatoria

Número de horas teóricas: 4

Número de créditos: 8

OBJETIVOS

- a) El alumno analizará técnicas seleccionadas de microscopía electrónica aplicables a la Biología Celular.
- b) Evaluará la aplicación de estas técnicas a diversos problemas de Biología Celular.
- c) Enunciará los fundamentos teóricos de los instrumentos que empleará.

TEMARIO

I. El microscopio óptico.

1. Introducción. Revisión histórica
2. Naturaleza de la luz, difracción, límite de resolución
3. Óptica geométrica elemental.
 - a) Refracción.
 - b) Reflexión.
 - c) Lentes.
4. Descripción de un microscopio óptico.
 - a) Trayecto de los rayos.
 - b) Formación de la imagen.

II. El microscopio electrónico.

1. Introducción. Revisión histórica.
2. Naturaleza ondulatoria del haz electrónico.
3. Óptica electrónica.
 - a) Campo magnético de un conductor lineal, de una espira y de un solenoide.
 - b) Trayecto de un electrón en un campo magnético uniforme y en el de un solenoide.
 - c) Lentes magnéticas.
 - d) Lentes electrostáticas.
4. Aberraciones de los lentes.
5. Descripción de un microscopio electrónico.
 - a) Sistema de vacío.
 - b) Cañón.
 - c) Condensador.
 - d) Objetivo.
 - e) Lente intermediaria.
 - f) Proyector.

- g) Dispositivos fotográficos y otros tipos de registro de la imagen.
- 6. Comparación de los microscopios óptico y electrónico.
 - a) Esquema general.
 - b) Formación de la imagen.
 - c) Requerimientos en la preparación del material biológico.
 - d) Poder de resolución.
- 7. Tipos de microscopios electrónicos de transmisión.
 - a) Variaciones del plan básico.
 - b) El microscopio electrónico de muy alta tensión.
 - c) Investigaciones de frontera.

III. Registro de la imagen.

- 1. Fotografía aplicada a la microscopía electrónica.
 - a) Captación de la imagen en película.
 - b) Revelado de negativos.
 - c) Copia positiva amplificada en papel.
 - d) Diapositivas.
- 2.. Registro magnético analógico de la imagen.
- 3. Registro de la imagen digitalizada.

IV. Procesamiento del material biológico.

- 1. Relaciones entre las características físicas del instrumento y la preparación del material biológico.
- 2. Procesamiento del material para su estudio en cortes.
 - a) Fijación.
 - b) Deshidratación, inclusión.
 - c) Ultramicrotomía.
 - Material incluido.
 - Crioultramicrotomía.
 - d) Contraste.
- 3. Procesamiento de material depositado sobre la membrana.
 - a) Tipos de objetos de estudio.
 - Estructuras celulares,
 - Virus,
 - Macromoléculas.
 - b) Obtención y depósito.
 - c) Contraste.
 - d) Usos y limitaciones de estos procedimientos.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA A EMPLEAR

Los alumnos realizarán las exposiciones de los temas que no requieran conocimientos ajenos al campo de la Biología. Estas exposiciones serán supervisadas por el profesor y funcionarán como seminario en el que todos los alumnos tienen la obligación de conocer el tema como el expositor para poder intercambiar opiniones, discutir interpretaciones, emitir puntos de vista. Las

exposiciones de temas obligan al alumno a la jerarquización de sus conocimientos, así como a realizar una síntesis para desarrollar su conferencia en un tiempo definido. Este tipo de entrenamiento prepara a los alumnos de posgrado para actuaciones de alto nivel como comunicaciones en congresos, conferencias, clases, etc.

PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS.
Los métodos de enseñanza activa con gran participación del alumno en la clase, como el propuesto, facilitan el control continuo del aprendizaje. El profesor llevará un registro de las actuaciones de cada alumno y obtendrá una calificación al terminar esta parte del curso, la que se tomará en cuenta en conjunto con la de la prueba final escrita.

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA TEÓRICA II

Semestre: segundo

Tipo de Actividad: teórica

Carácter: obligatoria

Número de horas teóricas: 4

Número de créditos: 8

Seriación: Microscopía Electrónica Teórica I

OBJETIVOS

- a) El alumno interpretará imágenes de células obtenidas con el microscopio óptico y electrónico y valorará las ventajas y limitaciones de las diferentes técnicas empleadas en la preparación del material biológico.
- b) Describirá los métodos cuantitativos y cualitativos de análisis de la imagen y sus aplicaciones.
- c) Discutirá el campo de aplicación, ventajas y limitaciones de las técnicas especializadas de microscopía electrónica.

TEMARIO

- I. Interpretación de la imagen.
 1. Análisis y valoración de los resultados de las diferentes técnicas de preparación del material biológico.
 2. Análisis cualitativo.
 - a) Reconstrucción de la tercera dimensión por pares estereoscópicos.
 - b) Reconstrucción tridimensional a partir de cortes seriados.
 3. Análisis cuantitativo.
 - a) Conceptos básicos.
 - b) Estimación de volúmenes y áreas a partir de medidas realizadas en cortes.
 - c) Frecuencias y distribución de tamaños de partículas contenidas en un compartimiento.
 - d) Reconocimiento automático.
 - e) Realización de mediciones y estimaciones utilizando procedimientos manuales y computarizados.
- II. Técnicas citoquímicas.
 1. Generalidades
 - a) Bases generales
 - b) Técnicas especiales de fijación, inclusión y corte.
 - c) El contraste como medio de localización.
 - d) Ventajas, artefactos y limitaciones.
 2. Localizaciones enzimáticas.
 3. Localización de lípidos.
 4. Localización de glúcidos.
 5. Localización de ácidos nucleicos.
 6. Localización de proteínas y aminoácidos.
 7. Citoquímica cuantitativa.

III. Autorradiografía.

1. Principios generales.
2. Concepto de resolución en un autorradiograma.
3. Análisis cuantitativo de autorradiogramas.

IV. Inmuno citoquímica ultraestructural.

1. Principios generales.
2. Preparación del material biológico: métodos pre y post-inclusión. fijación, inclusión.
3. Anticuerpos mono y policlonales en estas aplicaciones.
4. Métodos de evidenciar al anticuerpo con el M.E.

V. Hibridación *in situ*.

1. Principios generales.
2. Métodos pre y post-inclusión.

VI. Métodos físicos de preparación del material biológico.

1. Congelación y desecación.
2. Congelación y sustitución.
3. Congelación y fractura.
4. Réplicas.

VII. Microscopía electrónica de barrido.

1. Principios generales.
 - a) Fundamentos físicos de instrumento.
 - b) Resolución y aumento.
 - c) Funcionamiento.
2. Preparación del material biológico.
 - a) Superficies naturales.
 - b) Fracturas.
3. Métodos de formación de la imagen y análisis de la muestra.
 - a) Electrones retrodispersos.
 - b) Electrones emitidos por la muestra.
 - c) Electrones transdispersos.
4. Aplicaciones y limitaciones del método.

VIII. Microscopía electrónica analítica.

1. Análisis de rayos X emitidos por la muestra.
 - a) Principios físicos.
 - b) Aplicaciones y limitaciones.
2. Microscopios provistos de espectrómetros de pérdida de energía de los electrones del haz.
 - a) Principios físicos.
 - b) Aplicaciones.

IX. Nanoscopía

1. Microscopía de efecto túnel
 - a) Principios físicos
2. Microscopía de fuerza atómica
 - a) Principios físicos
 - b) Aplicaciones

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA A EMPLEAR.

Se utilizarán los mismos métodos de enseñanza que en la primera parte

PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS.

Serán iguales a los empleados en la primera parte.

BIBLIOGRAFÍA PARA AMBAS ASIGNATURAS

Lecturas Generales

Glauert A. M. 1974-1985. Practical Methods in Electron Microscopy. North-Holland Pub. Co. Amsterdam, Holanda. 12 volúmenes.

Hayat M. A. 1972-1978. Principles and Techniques of Electron Microscopy. Biological Applications. Van Nostrand Reinhold Co. Nueva York. 12 volúmenes

Vázquez Nin G. H. y O. Echeverría. 2000. Introducción a la Microscopía Electrónica Aplicada a las Ciencias Biológicas. Fondo de Cultura Económica. México.

Wurtz M. 1989. Electron Microscopy Applied to Supramolecular Structures. Biozentrum der Universität Basel, Abteilung Mikrobiologie, Basilea, Suiza.

Russell L.D. 1992. Electron Microscopy. Principles and Techniques for Biologists. Jones and Bartlett Pub. Boston.

Aspectos Históricos

Hall C.E. 1985. The beginnings of electron microscopy. Adv. Electr. Electron. Phys. 16, 275-296

Merchant H. 1994. El inicio de la microscopía electrónica en México. Ciencia y Desarrollo 20: 22-29

von Ardenne M. 1978. Zur Geschichte der Rasterelektronenmikroskopie und der Elektronenmikrosonde. Optik . 50: 177-188

von Ardenne M. 1985. On the history of scanning electron-microscopy, of the electron-microprobe, and of early contributions to transmission electron-microscopy. Adv. Electr. Electron. Phys. 16: 1-21

Microscopía Electrónica de Transmisión

A) Obras que tratan fundamentalmente del instrumento

Dupouy G. 1985. Megavolt electron-microscopy. Adv. Electr. Electron. Phys. 16: 103-165

Meek G. A. 1978. Practical Electron Microscopy for Biologists. 2da.eEd. John Wiley and sons, Nueva York.

Sjöstrand F. 1967. Electron Microscopy of Cell and Tissues. Academic Press Nueva York.

Wischnitzer S. 1981. Introduction to Electron-Microscopy. Pergamon Press.-3ra. Ed. E.U.A.

B) Obras que tratan fundamentalmente sobre la preparación del material biológico
Adler K; Kruse J. Y Kunze G. 1996. Slow-speed freezing of chemically unfixed biological tissues and long-term storage of frozen samples for cryoscanning electron microscopy. *Microsc Res Tech* 15:33:3, 262-5

Anónimo. 1973. Thin Sectioning for Electron-Microscopy. E.I. du Pont de Nemours & Co., E.U.A.

Baskin T.I., Miller D.D., Vos J.W., Wilson J.E. y Hepler P.K. 1996 Cryofixing single cells and multicellular specimens enhances structure and immunocytochemistry for light microscopy. *J Microsc* 182 (2): 149-161

Bozzola J.J. y Russell L.D. 1992. *Electron Microscopy*. Jones and Bartlett Pub. Boston

Bullock G.R. y Petrusz P. 1982-1985. *Techniques in Immunocytochemistry*. Academic Press, Nueva York

Bouteille M. 1976. The "Ligop" method for routine ultrastructural autoradiography. A combination of single grid coating, gold intensification and phenidone development. En: *Techniques in Radioautography*. (Droz B., Bouteille M., Sandoz D. Editores). Société Française de Microscopie Electronique. Paris. pp: 121-127

Davison E. Colquhoun W. 1985. Ultrathin formvar support films for transmission electron microscopy. *J. Electr. Microsc. Tech.*, (2): 35-43

Dubochet J., McDowell A.W. y Lepault J. 1982. Frozen-hydrated specimens for high resolution electron-microscopy. *Biol. Cell.*(45): 456-459

Esquivel C., Rovira P., Echeverría O.M., Vázquez Nin G.H. 1987. A simple staining method for chromatin in electron microscopy compatible with serial sectioning. *Ultramicroscopy* 21:103-110

Giberson R.T. y Demaree RS Jr. 1995. Microwave fixation: understanding the variables to achieve rapid reproducible results *Microsc Res Tech*. 32(3): 246-254

- Giberson** R.T., Demaree R.S. Jr y Nordhausen R.W. 1997. Four-hour processing of clinical/diagnostic specimens for electron microscopy using microwave technique. *J Vet Diagn Invest*, 9(1): 61-7
- Goping** G., Kuijpers G.A., Vinet R. y Pollard HB. 1996. Comparison of LR White and Unicryl as embedding media for light and electron immunomicroscopy of chromaffin cells. *Histochem Cytochem* 44: 289-295
- Harris** J.R. 1991. *Electron Microscopy in Biology. A Practical Approach*. IRL Press. Oxford University Press. E.U.A.
- Hayat** M.A. 1975. *Positive Staining for Electron-Microscopy*. Van Nostrand Reinhold, Amsterdam.
- Hayat** M.A. 1973- .*Electron microscopy of enzymes. Principles and methods*. Holanda, Van Nostrand Reinhold, 5 volúmenes.
- Horváth** M. 1996. Electron microscopy--tool to diagnostic pathology. *Vet Med (Praha)*, 41:191-5
- Jamur** M.C., Faraco C.D., Lunardi L.O., Siraganian R.P. y Oliver C. 1995. Microwave fixation improves antigenicity of glutaraldehyde-sensitive antigens while preserving ultrastructural detail. *J Histochem Cytochem* 43:307-11
- Karnovsky** M.J. 1967. The ultrastructural basis of capillary permeability studied with peroxidase as a tracer. *Journal of Cell Biology* 35: 213-236
- Kornhauser** G.V., Krum J.M. y Rosenstein J.M. 1995. An improved autoradiographic coating technique for neurohistopathological stains and electron microscopy. *J Neurosci Methods* 60: 43-47
- Macville** M.V., Van Dorp A.G., Wiesmeijer K.C. Dirks R.W., Fransen J.A. y Raap A.K. 1995. Monitoring morphology and signal during non-radioactive in situ hybridization procedures by reflection-contrast microscopy and transmission electron microscopy. *J Histochem Cytochem* 43: 665-674
- Macville** M.V., Van Dorp A.G., Dirks R.W., Fransen J.A. y Raap A.K. 1996. Evaluation of pepsin treatment for electron microscopic RNA in situ hybridization on ultra-thin cryosections of cultured cells. *Histochem Cell Biol* 105:139-145

McCann J.A., Maddox D.A. Mount S.L., Hong R.y Taatjes D.J. 1996. Cryofixation, cryosubstitution, and immunoelectron microscopy: potential role in diagnostic pathology. *Ultrastruct Pathol* 20: 223-30

Mizuhira V. y Hasegawa H. 1996. Microwave fixation method for cytochemistry. For conventional electron microscopy, enzymo-immunocytochemistry, autoradiography elemental distribution studies and staining methods. *Eur J Morphol* 34: 385-391

Mount S. L., Schwarz J.E.y Taatjes D.J.1997. Prolonged storage of fixative for electron microscopy: effects on tissue preservation for diagnostic specimens. *Ultrastruct Pathol* 21:195-200

Mrini A., Moukhles H., Jacomy H., Bosler O. y Doucet G. 1995. Efficient immunodetection of various protein antigens in glutaraldehyde-fixed brain tissue. *J Histochem Cytochem* 43:1285-91

Olins A.L., Olins D. y Bazett-Jones D.P. 1996. Osmium ammine-B and electron spectroscopic imaging of ribonucleoproteins: correlation of stain and phosphorus. *Biol Cell*, 87:143-7

Pollak J.M. y Varndell I.M. 1984. *Immunolabeling for Electron Microscopy*. Elsevier. Amsterdam.

Rogers A. 1986. *Techniques in Autoradiography*. Churchill Livingstone, Nueva York.

Roth J., Zuber C., Komminoth P., Sata T., Li W.P. y Heitz P.U. 1996. Applications of immunogold and lectin-gold labeling in tumor research and diagnosis. *Histochem Cell Biol.* Jul, 106:1, 131-48

Royer S.M. y Kinnamon J.C. 1996. Comparison of high-pressure freezing/freeze substitution and chemical fixation of catfish barbel taste buds. *Microsc Res Tech*, Dec 1, 35:5, 385-412

Sternberger L.A. 1986. *Immunochemistry*. Churchill Livingstone. Nueva York.

Völker W., Kampsmeier H. H. y Robenek H. 1996. Pyrogallol red-vanadium complex-a new stain for electron microscopy. *Histochem Cell Biol* 106:503-10

Wurtz M. 1989. Electron microscopy applied to supramolecular structures. Biozentrum der Universität Basel Abteilung Mikrobiologie. Suiza.

Microscopía Electrónica de Barrido

Adler K. Kruse J. y Kunze G. 1996. Slow-speed freezing of chemically unfixed biological tissues and long-term storage of frozen samples for cryoscanning electron microscopy. *Microsc Res Tech.* 33:262-5

Bastacky J. 1996. Surface and internal structure correlation: high-voltage and scanning electron microscopies of wholmount alveolar walls of human lung. *J Microsc.*: 88-94

Centonze V.E., Chen Y., Severson T.F., Borisy G.G. y Nibert ML. 1995. Visualization of individual reovirus particles by low-temperature, high-resolution scanning electron microscopy. *J Struct Biol*, 115:215-25

Chapman H.N., Jacobsen C. y Williams S. A. 1996. Characterisation of dark-field imaging of colloidal gold labels in a scanning transmission X-ray microscope. *Ultramicroscopy*, 62:191-213

Dunnebie E.A., Segenhout J.M., Kalicharan D., Jongebloed W.L., Wit H.P. y Albers F.W. 1995. Low-voltage field-emission scanning electron microscopy of non-coated guinea-pig hair cell stereocilia. *Hear Res.* 90:139-48

Eppell S.J., Simmons S.R., Albrecht R.M. y Marchant R.E. 1995. Cell-surface receptors and proteins on platelet membranes imaged by scanning force microscopy using immunogold contrast enhancement. *Biophys J.* 68:671-80

Hayat M. A. 1974-1978. Principles and Techniques of Scanning Electron Microscopy. Biological Applications. Van Nostrand Reinhold Co. Nueva York. Seis volúmenes.

Hoyberg K. 1997. Environmental scanning electron microscopy of personal and household products. *Scanning* 19:109-13

Knapp H.F., Wyss R., Häring R., Henn C., Guckenberger R. y Engel A. 1995. Hybrid scanning transmission electron/scanning tunneling microscope system for the preparation and investigation of biomolecules. *J Microsc.* 177:31-42

- Knott** A.G., Hann A.C. y Russell A.D. 1995. A note on the development of a non-aldehyde fixation technique for examining spores of *Bacillus subtilis* under the electron microscope. *J Appl Bacteriol* 79:470-4
- Lea** P., Lee L.M., Shi Q.W., Takahashi M., Youn W. y Jackowski G. 1996. Advantages of backscatter electron imaging scanning electron microscopy for intracellular localization of cardiac analytes by gold conjugated antibody. *Scanning* 18:259-68
- Marko** M. y Leith A. 1996. Stereocorrelation--three-dimensional reconstructions from stereoscopic contouring. *J Struct Biol.* 116: 93-8
- Meredith** P., Donald A.M. y Payne R.S. 1996. Freeze-drying: in situ observations using cryoenvironmental scanning electron microscopy and differential scanning calorimetry.. *J Pharm Sci.* 85:631-7
- Merli** P.G., Migliori A., Nacucchi M. y Vittor Antisari M. 1996. Comparison of spatial resolutions obtained with different signal components in scanning electron microscopy. *Ultramicroscopy* 65:23-30
- Osumi** M., Yamada N., Yaguchi H., Kobori H., Nagatani T. y Sato M. 1995. Ultrahigh-resolution low-voltage SEM reveals ultrastructure of the glucan network formation from fission yeast protoplast. *J Electron Microsc (Tokyo)* 44:198-206
- Poinar** H.N., Strohman R.D., Lee C.Y. y Bastacky S.J. 1996. Digital photogrammetric quantification of surface area and volume on scanning electron micrographs of frozen hydrated lung tissue. *Scanning*, 18:456-9
- Richards** R.G. y Gwynn I.A. 1995. Backscattered electron imaging of the undersurface of resin-embedded cells by field-emission scanning electron microscopy. *J Microsc* 177:43-52
- Rizzi** E., Falconi M., Rizzoli R., Baratta B., Manzoli L., Galanzi A., Lattanzi G. y Mazzotti G. 1995. High-resolution FEISEM detection of DNA centromeric probes in HeLa metaphase chromosomes. *J Histochem Cytochem.* 43:413-9
- Seo** J.W., Kim E.K., Brown N.A. y Wessels A. 1995. Section directed cryosectioning of specimens for scanning electron microscopy: a new method to study cardiac development. *Microsc Res Tech*, 30:491-5

Sun S.Q., Shi S.L., Hunt J.A. y Leapman R.D. 1995. Quantitative water mapping of cryosectioned cells by electron energy-loss spectroscopy. *J Microsc.* 177:18-30

Thong P.S., Makjanic J. y Watt F. 1996. A review of nuclear microscopy and applications in medicine. *Singapore Med J.* 37:527-31

Tolbert L.P., Sun X.J. y Hildebrand J.G. 1996. Combining laser scanning confocal microscopy and electron microscopy in studies of the insect nervous system. *J Neurosci Methods.* 69:25-32

Wanner G. y Formanek H. 1995. Imaging of DNA in human and plant chromosomes by high-resolution scanning electron microscopy. *Chromosome Res.* 3:368-74

Wenzel M., Wenzel J., Klausch D., Siems W., Stracke R. y Weise H. 1984. On the method of preparation of various tissues for scanning electron-microscopy. *Z. Mikroskopische-Anatomische Forsch.* 98:705-720

Yamada N., Nagato M., Murakami S., Ikeuchi M., Oho E., Baba N., Knaya K. Y Osumi M. 1983. Preparation for observation of the fine structure of biological specimens by high-resolution SEM. *J. Electr. Micros* 32:321-330

Yamasaki Y., Furuya Y., Araki K., Matsuura K., Kobayashi M. y Ogata T. 1997. Ultra-high-resolution scanning electron microscopy of the sarcoplasmic reticulum of the rat atrial myocardial cells. *Anat Rec.* 248:70-5

Zierold K. 1982. Cryopreparation of mammalian tissue for X-ray microanalysis in STEM. *J. Micros.* 125:149-156

Microscopía de Efecto Túnel y de Fuerza Atómica

Binning G., y Rohrer H. 1985. The scanning tunneling microscope. *Scientific American.* 253:50-56

Binning G., Quate C. F. y Gerber Ch. 1986. Atomic force microscope. *Physical Reviews* 56:930-933

Bustamante C., Erie D.A. y Keller D. 1994. Biochemical and structural applications of scanning force microscopy. *Current Opinion in Structural Biology* 4: 750-760

Bustamante C., Keller D. y Yang G. 1993. Scanning force microscopy of nucleic acids and nucleoprotein assemblies. *Current Opinion in Structural Biology* 3:363-372

Fritzsche W., Schaper A. y Jovin T.M. 1995. Scanning force microscopy of chromatin fibers in air and in liquid. *Scanning* 17:148-55

Gibson D. y Gaydecki P.A. 1996 The application of local grey level histograms to organelle classification in histological images. *Comput Biol Med.*26: 329-37

Jondle D.M., Ambrosio L., Vesenska J. y Henderson E. 1995. Imaging and manipulating chromosomes with the atomic force microscope. *Chromosome Res* 3: 239-44

Schneider S., Folprecht G., Krohne G. y Oberleithner H. 1995. Immunolocalization of lamins and nuclear pore complex proteins by atomic force microscopy. *Pflugers Arch* 430: 795-801

Ushiki T., Hitomi J., Ogura S., Umemoto T. y Shigeno M. 1996. Atomic force microscopy in histology and cytology. *Arch Histol Cytol* 59: 421-31

Zhang P.C. Bai C., Huang Y.M., Zhao H., Fang Y., Wang N.X. y Li Q. 1995. Atomic force microscopy study of fine structures of the entire surface of red blood cells. *Scanning Microsc* 9: 981-9

Zhang Y., Sheng S. y Shao Z. 1996. Imaging biological structures with the cryo atomic force microscope. *Biophys J.* 71: 2168-76

Yamashina S; Shigeno M Application of atomic force microscopy to ultrastructural and histochemical studies of fixed and embedded cells *J Electron Microsc (Tokyo)*, 44: 462-6, 1995

Análisis de la Imagen

DeHoff R. Rhines F.N. *Quantitative microscopy*. EUA, McGraw-Hill Book Co., 1968.

López-Velázquez G., Márquez J., Ubaldo E., Corkidi G., Echeverría O., Vázquez Nin G.H. Three-dimensional analysis of the arrangement of compact chromatin in the nucleus of G0 rat lymphocytes. *Histochemistry and Cell Biology.* 105; 153-161; 1996.

Underwood E. Quantitative stereology. EUA, Addison-Wesley Pub. Co., 1970.

Williams M.A. Quantitative methods in Biology. En "Practical Methods in Electron Microscopy" Glauert A. Vol. 6. North-Holland Pub. Co., Amsterdam 1977

APÉNDICE II. PROGRAMA DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS

TEMAS SELECTOS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA (TÉCNICAS CITOQUÍMICAS DE LOCALIZACIÓN MOLECULAR)

Semestre: segundo

Tipo de Actividad: teórica

Carácter: optativa

Número de horas teóricas: 3

Número de créditos: 6

OBJETIVO

Esta asignatura está destinada a profundizar los conocimientos de los alumnos en métodos de localización de moléculas biológicas en muestras de células, tejidos u órganos por medios altamente específicos, así como también a familiarizar al estudiante con algunos procedimientos para evaluar las variaciones cualitativas o cuantitativas de las estructuras o de sus marcadores.

TEMARIO

I. Introducción

1. Generalidades de citoquímica

A. Preparación del material biológico

a. Conservación de la estructura y de la composición

i. Fijación

ii. Inclusión

iii. Procedimientos a bajas temperaturas

b. Procedimientos de localización

i. Tinción

ii. Marcado

c. Evaluación de la especificidad

B. Características de los métodos citoquímicos cuando se emplean diferentes tipos de microscopios

a. Microscopio óptico

i) Campo claro

ii) Fluorescencia

b. Microscopio electrónico de transmisión

i) Campo claro

ii) Provisto de filtro de energía de electrones

c) Microscopio electrónico de barrido

C. Tipos de métodos

a) Citoquímica clásica

b) Inmunolocalización

c) Hibridación *in situ*

d) Autorradiografía

e) Espectroscopía de energía de electrones

2. Generalidades de morfometría y estereología

- A) Bases teóricas
 - a) Teorema de Delesse
 - b) Conceptos estadísticos
- B) Tipos de problemas biológicos abordables
 - a) Resolución y tamaño de muestra
 - b) Aplicaciones y limitaciones

II. Citoquímica clásica

1. Localización de ácidos nucleicos

- A) Ácido ribonucleico
- B) Ácido desoxirribonucleico

2. Localización de glúcidos

3. Localización de lípidos

4. Localización de actividades enzimáticas

- A) Generalidades
- B) Hidrolasas
- C) Enzimas óxido-reductoras

III: Inmunolocalización

1. Introducción

- A. Reacción antígeno-anticuerpo
- B. Generalidades de los procedimientos

2. Métodos pre-inclusión

- A. Procedimientos, marcadores
- B. Controles
- C. Ventajas y limitaciones

3. Métodos post-inclusión

- A. Preparación del material biológico
 - a. Fijaciones
 - b. Inclusiones
 - c. Procedimientos a bajas temperaturas
- B. Marcadores
- C. Ventajas y limitaciones

IV. Hibridación *in situ*

1. Introducción

- A. Composición y propiedades de los ácidos nucleicos

2. Bases teóricas del método

3. Procedimientos

- A. Preparación del material biológico
 - a. Fijación
 - b. Inclusión
 - c. Procedimientos a bajas temperaturas
- B. Preparación de las sondas
 - a. Aislamiento de ácidos nucleicos
 - b. Etiquetado
- C. Procedimientos de hibridación
- D. Aplicaciones y limitaciones

V. Autorradiografía

- 1. Introducción
 - A. Propiedades de los marcadores moleculares
 - a. Marcadores radiactivos
 - b. ¿Marcadores no-radiactivos?
 - B. Análisis de macromoléculas por incorporación de precursores marcados
 - a. Síntesis
 - b. Procesamiento
 - c. Transporte
 - d. Degradación

2. Emulsiones nucleares

- A. Características generales
- B. Tipos de emulsiones

3. Procedimientos

- A. Autorradiografía a nivel del microscopio óptico
- B. Autorradiografía a nivel del microscopio electrónico
 - a. Cualitativa
 - b. Cuantitativa

4. Aplicaciones y limitaciones

VI. Espectroscopía de energía de electrones

- 1. Introducción
 - A. Bases teóricas
 - a. Interacción de los electrones del haz con el corte de material biológico
 - b. Pérdida de energía de los electrones del haz
 - B. El filtro de energía de electrones
 - C. Los microscopios electrónicos de transmisión provistos de filtro de energía de electrones
- 2. Localización de determinados tipos de átomos en la muestra
 - A. Preparación del material biológico
 - B. Espectros de pérdida de energía de electrones

- C. Imágenes espectroscópicas
- D. Mapas netos de elementos

3. Usos no destinados a localizaciones de las imágenes espectroscópicas

- A. Regulación del contraste
- B. Observación de cortes gruesos
- C. Imágenes con electrones inelásticos

4. Aplicaciones y limitaciones

VII. Morfometría y estereología

1. Morfometría

A. Medidas absolutas y relativas

- a. La influencia de los métodos de preparación en las estructuras
- b. El objeto y su referencia, continente y contenido
- B. Relaciones entre el corte y los objetos cortados
 - a. Relaciones entre el tamaño del objeto y el espesor del corte
 - b. Relaciones entre la forma de una estructura y los cortes que pueden obtenerse de ella
 - c. Frecuencia relativa de las secciones de algunos cuerpos

C. Métodos de medida

- a. Selección del microscopio y el aumento con que se realizará la medida
- b. Medidas sobre la imagen final
- c. Medidas sobre imágenes registradas

2. Estereología

A. Estereología cualitativa

- a. Reconstrucciones de la tercera dimensión mediante pares estereoscópicos
- b. Reconstrucciones de la tercera dimensión mediante cortes seriados
- c. Reconstrucciones de la tercera dimensión mediante tomografía

B. Estereología cuantitativa

- a. Estimación de volúmenes de cuerpos mucho mayores que el espesor del corte
- b. Estimación de volúmenes de cuerpos de tamaño similar al espesor del corte
- c. Estimación de volúmenes de cuerpos de menor tamaño que el espesor del corte
- d. Estimación de volúmenes relativos de dos estructuras
- e. Estimación de frecuencias relativas
- f. Métodos manuales y computarizados

BIBLIOGRAFÍA

Citoquímica clásica

Esquivel C., Rovira P., Echeverría O.M. y Vázquez Nin G.H. 1987. A simple staining method for chromatin in electron microscopy compatible with serial sectioning. *Ultramicroscopy* 21:103-110

Hayat M.A. 1973 - .Electron microscopy of enzymes. Principles and Methods. Van Nostrand Reinhold Amsterdam. 5 volúmenes.

Mizuhira V. Y Hasegawa H. 1996. Microwave fixation method for cytochemistry. For conventional electron microscopy, enzyme-immunocytochemistry, autoradiography elemental distribution studies and staining methods *Eur J Morphol*, 34: 385-91

Vázquez Nin, G.H., Chávez, B. y Tomás Martín C. A. 1973. Preferential staining method for chromatin in electron microscopy. *J. Microscopie* 16:243-246

Vázquez Nin G.H., Biggiogera M., y Echeverría O.M. 1995. Activation of osmium ammine by SO₂-generating chemicals for electron microscopy Feulgen-type staining of DNA. *Eur. J. Histochemistry* 39:101-106

Inmunocitoquímica

Adler K., Kruse J. y Kunze G. 1996. Slow-speed freezing of chemically unfixed biological tissues and long-term storage of frozen samples for cryoscanning electron microscopy. *Microsc Res Tech* 15, 33:3, 262-5

Baskin T.I., Miller D.D., Vos J.W., Wilson J.E. y Hepler P.K. 1996. Cryofixing single cells and multicellular specimens enhances structure and immunocytochemistry for light microscopy *J Microsc*, 182(2):149-161

Bullock G.R. y Petrusz P. 1982-1985. *Techniques in Immunochemistry*. Academic Press. Nueva York.

Mrini A., Moukhles H., Jacomy H., Bosler O. y Doucet G. 1995. Efficient immunodetection of various protein antigens in glutaraldehyde-fixed brain tissue. *J Histochem Cytochem*, 43:1285-1291

Pollak J.M. y Varndell I.M. 1984. *Immunolabeling for Electron Microscopy*. Elsevier. Amsterdam.

Roth J., Zuber C., Komminoth P., Sata T., Li W.P. y Heitz P.U. 1996. Applications of immunogold and lectin-gold labeling in tumor research and diagnosis. *Histochem Cell Biol*, Jul, 106:1, 131-148

Sternberger L.A. 1986. *Immunochemistry*. Churchill Livingstone. Nueva York.

Autorradiografía

Bouteille M. 1976. The "Ligop" method for routine ultrastructural autoradiography. A combination of single grid coating, gold latensification and phenidone development. En: *Techniques in Radioautography*. Droz B., Bouteille M., Sandoz D. Editores. pp. 121-127. Société Française de Microscopie Electronique. Paris,..

Kornhauser G.V., Krum J.M. y Rosenstein J.M. 1995. An improved autoradiographic coating technique for neurohistopathological stains and electron microscopy. *J Neurosci Methods*, 60: 43-47

Rogers A. 1986. Techniques in Autoradiography. Churchill Livingstone, Nueva York.

Vogelmann T.C. y **Dickson R.E.** 1982. Microautoradiography of water-soluble compounds in plant tissue after freeze-drying and pressure infiltration with epoxy resin. *Plant Physiol.*70:606-609.

Hibridación in situ

Jiménez-García L.F., **Segura-Valdez M. de L.**, **Ochs R.L.**, **Echeverría O.M.**, **Vázquez-Nin G.H.** y **Busch H.** 1993. Electron microscopic localization of ribosomal DNA in rat liver nucleoli by non-isotopic in situ hybridization. *Exptl. Cell Res.* 207:220-225

Macville M.V., **Van Dorp A.G.**, **Wiesmeijer K.C.**, **Dirks R.W.**, **Fransen J.A.** y **Raap A.K.** 1995. Monitoring morphology and signal during non-radioactive in situ hybridization procedures by reflection-contrast microscopy and transmission electron microscopy. *J. Histochem Cytochem* 43:665-74

Macville M.V., **Van Dorp A.G.**, **Dirks R.W.**, **Fransen J.A.** y **Raap A.K.** 1996. Evaluation of pepsin treatment for electron microscopic RNA in situ hybridization on ultra-thin cryosections of cultured cells *Histochem Cell Biol* 105: 39-45

Filtrado de energía de electrones

Abolhassani-Dadras S., **Vázquez Nin G.H.**, **Echeverría O.M.** y **Fakan S.** 1996. Image-EELS for *in situ* estimation of phosphorus content of RNP granules. *J. Microscopy* 183:215-222

Olins A.L., **Olins D.E.** y **Bazett-Jones D.P.** 1996. Osmium ammine-B and electron spectroscopic imaging of ribonucleoproteins: correlation of stain and phosphorus *Biol Cell* 87:143-7

Morfometría y estereología

DeHoff R. y **Rhines F.N.** 1968. Quantitative microscopy. McGraw-Hill Book Co.. Nueva York.

López-Velázquez G., **Márquez J.**, **Ubaldo E.**, **Corkidi G.**, **Echeverría O.** y **Vázquez Nin G.H.** 1996. Three-dimensional analysis of the arrangement of compact chromatin in the nucleus of G0 rat lymphocytes. *Histochemistry and Cell Biology* 105:153-161

Underwood E. 1970. Quantitative stereology. Addison-Wesley Pub. Co. Massachusetts.

Williams M.A. 1977. Quantitative methods in Biology. En: "Practical Methods in Electron Microscopy". Glauert A. Vol. 6. North-Holland Pub. Co., Amsterdam.

TEMAS SELECTOS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA (LA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA Y SUS APLICACIONES EN LA BIOMEDICINA)

Semestre: segundo

Tipo de Actividad: teórica

Carácter: optativa

Número de horas teóricas: 3

Número de créditos: 6

OBJETIVO:

Identificar las aplicaciones que tiene la microscopía electrónica en la solución de algunos problemas biomédicos.

FORMA DE TRABAJO:

Sesiones que combinarán exposición de algunos temas que se relacionarán con la literatura pertinente que se dará para su revisión oportuna antes de cada sesión. Presentaciones por parte de los alumnos de temas relacionados con su área de interés.

TEMARIO:

1. Generalidades sobre microscopia electrónica
2. Aplicaciones en Sistema Nervioso
3. Aplicaciones en Sistema Urinario
4. Aplicaciones en Sistema Cardiovascular
5. Aplicaciones en Sistema Óseo
6. Aplicaciones en Sistema Linfoide
7. Aplicaciones en Hematología
8. Aplicaciones en Sistema Endocrino
9. Aplicaciones en Sistema Genital Femenino
10. Aplicaciones en Sistema Genital Masculino
11. Aplicaciones en Sistema Tegumentario
12. Aplicaciones en Hígado
13. Aplicaciones en Sistema Respiratorio
14. Aplicaciones en otros órganos
15. Presentación de seminarios por parte de los alumnos

EVALUACIÓN

Se tomará en cuenta la asistencia (80% mínima). La calificación final estará conformada por la participación y presentación del tema seleccionado (60%) y por la calificación de un examen teórico (40%).

BIBLIOGRAFÍA DE APOYO

Cheville F.N. 1983. Cell Pathology. The Iowa State University Press. Iowa

Ghadially. N.F. 1984. Diagnostic ultrastructural pathology. Butterworths. Londres.

APENDICE III. DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS PRÁCTICAS

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA PRÁCTICA I

Semestre: primero

Tipo de Actividad: práctica

Carácter: obligatoria

Número de horas prácticas: 10

Número de créditos: 10

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA PRÁCTICA II

Semestre: segundo

Tipo de Actividad: práctica

Carácter: obligatoria

Número de horas prácticas: 15

Número de créditos: 15

Seriación: Microscopía electrónica práctica I

OBJETIVO

El objetivo principal de las asignaturas prácticas es entrenar a los alumnos en los procedimientos de preparación del material médico-biológico para su estudio por medio de los microscopios electrónicos y capacitarlos en el manejo de dichos instrumentos.

FORMA DE TRABAJO

Se impartirán prácticas en las que el alumno podrá usar el material biológico relacionado con su trabajo de investigación, de esta manera avanzará en su tema, a la vez que aprenderá el empleo de diversos métodos.

Las prácticas se adecuarán a los programas de las asignaturas teóricas.

La enseñanza será individual o semi individual, es decir que un profesor se ocupará solamente de un alumno o a lo sumo de dos simultáneamente. Este procedimiento se justifica debido a las características propias de esta actividad académica, como se verá a continuación.

JUSTIFICACIÓN

El primer factor a tener en cuenta es que la preparación del material biológico para su estudio con los microscopios electrónicos constituye la parte más lenta y laboriosa del aprendizaje del futuro especialista. El alumno debe permanecer numerosas horas ensayando manipulaciones para adquirir habilidades, bajo la vigilancia y con el consejo oportuno de un docente, hasta lograr el éxito. Durante las sesiones de entrenamiento de estas cuidadosas manipulaciones, el maestro no debe ausentarse largo tiempo por lo que le sería difícil dar atención al mismo tiempo a otros alumnos.

El segundo factor a considerar es que para las manipulaciones con mayor dificultad de aprendizaje, el alumno debe utilizar aparatos de difícil empleo y muy

sensibles a los errores de manipulación, por lo que la presencia permanente del profesor junto al que aprende se hace aún más necesaria. En los laboratorios que participan en este programa la investigación es siempre parte integral de la enseñanza, por lo cual, si los docentes tuvieran que atender simultáneamente a varios alumnos los errores de manipulación de los estudiantes podrían provocar inevitablemente un mal funcionamiento de los equipos, lo cual redundaría en daño a las dos funciones sustantivas de dichos laboratorios.

Para ilustrar los beneficios de la enseñanza personalizada en la conservación del equipo me permito citar la experiencia del Laboratorio de Microscopía Electrónica del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias. En este Laboratorio se enseñan las técnicas de preparación del material biológico para ser estudiado con los mencionados microscopios, desde agosto de 1971, aunque la Especialización en Microscopía Electrónica Aplicada a las Ciencias Biológicas fue aprobada por el H. Consejo Universitario el 4 de septiembre de 1987, e impartida por la Facultad de Ciencias desde 1988. Los equipos dedicados a la enseñanza también se emplearon para investigación desde 1971 hasta el presente (1999), cabe señalar que dos ultramicrotomos y un microscopio electrónico adquirido por la UNAM en 1963, aún se emplean en el mencionado laboratorio para enseñanza e investigación.

El tercer factor a considerar es que los alumnos de la Especialización en Microscopía Electrónica en Ciencias Biológicas realizan las prácticas de entrenamiento metodológico con su propio material de investigación, de manera que a medida que aprenden métodos y procedimientos, avanzan en el trabajo de investigación requerido para la obtención del diploma. Debido a esto el docente no solamente encauza y supervisa el entrenamiento técnico del estudiante, sino que al mismo tiempo, aconseja y ayuda al discípulo con los problemas que se le presentan durante la marcha de su investigación. Este método de enseñanza es no solamente una razón más para que se realice una enseñanza personalizada, sino además implica que el que enseña no es únicamente un técnico, sino un profesor con formación en las aplicaciones de la microscopía electrónica en la resolución de problemas biológicos.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN I

Semestre: primero

Tipo de Actividad: práctica

Carácter: obligatoria

Número de horas prácticas:10

Número de créditos: 10

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN II

Semestre: segundo

Tipo de Actividad: práctica

Carácter: obligatoria

Número de horas prácticas: 10

Número de créditos: 10

Seriación: Trabajo de investigación I

OBJETIVO:

Que el alumno responda una pregunta concreta utilizando algun de los procedimientos de la microscopía electrónica.

FORMA DE TRABAJO:

El trabajo se realizará bajo la dirección del tutor principal, y en su caso, del tutor adicional. El alumno informará por escrito y en forma oral los resultados de estos trabajos al finalizar cada semestre.