

81  
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"ESTUDIO DEL BINIMIO TEORIA-PRACTICA EN  
LA ENSEÑANZA DE BIOLOGIA CELULAR EN  
LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNAM"

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

MARIA DEL CARMEN GONZALEZ RODRIGUEZ

MEXICO, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1991



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

RESUMEN.....	1
CAPITULO I INTRODUCCION	
1. Investigación Educativa, una forma de abordar el problema...	2
2. Hipotesis.....	6
3. Justificación del trabajo.....	7
4. Objetivos.....	8
CAPITULO II METODOLOGIA UTILIZADA.....9	
CAPITULO III RESULTADOS	
1. Investigación Bibliográfica	
a) Marco referencial	
i) Breve historia de la educación superior .....	16
ii) Plan de estudios de la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM.....	20
iii) Actividad y práctica profesional del Biólogo en México... 22	
b) Marco teórico	
i) Que es ciencia y como se construye.....	27
ii) Labor científica y método científico.....	31
iii) El método en biología .....	32
iv) Biología Celular y sus métodos de estudio.....	34
v) La enseñanza de la ciencia.....	46
vi) Corrientes didácticas en la educación formal.....	48
vii) Didáctica Crítica.....	51
viii) La teoría de Piaget y sus consecuencias en la educación.....	57
2. Trabajo de Campo	
a) Análisis del programa de Biología Celular en la Facultad de Ciencias.....66	
i) Programa teórico y Programa práctico.....	66
b) Descripción y Análisis de los sistemas de enseñanza en algunas instituciones de la UNAM.....82	
i) Facultad de Ciencias.....	82
ii) ENEF Iztacala: sistema tradicional .....	84
iii) ENEF Iztacala: sistema modular .....	86
iv) Facultad de Medicina .....	87
v) Facultad de Química .....	88
vi) Síntesis de la información .....	90

c) Propuesta didáctica alternativa.....	91
i) Lineamientos generales .....	91
ii) En cuanto a la elaboración del programa.....	91
iii) En cuanto a las formas metodológicas del curso.....	96
iv) En cuanto a la evaluación del curso.....	97
d) Propuesta del programa teórico-práctico de Biología Celular en la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M.....	102
i) Ubicación de la asignatura.....	103
ii) Fundamentación del programa.....	104
iii) Objetivos generales.....	106
iv) Contenidos temáticos.....	107
v) Instrumentación didáctica.....	108
vi) Actividades prácticas.....	108
vii) Criterios de Evaluación.....	112
viii) Bibliografía recomendada.....	113
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.....	115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	117
AGRADECIMIENTOS .....	120
ANEXOS	
A) Guía de entrevistas realizadas para especialistas, investigadores y docentes en el área de Biología Celular. ....	121
B) Programa 90-2 de Biología Celular en la Facultad de Ciencias.....	122
C) Programa de prácticas de Biología Celular.....	132
D) Evaluación de profesores de la academia de Biología Celular.....	134
E) Entrevistas textuales de la Facultad de Química y de la ENEP Itzacala sistema modular. ....	142

## RESUMEN

El conocimiento y utilización de las técnicas e instrumentos que se emplean en el campo de la investigación científica, aplicados a la enseñanza de las ciencias experimentales, nos proporcionan herramientas importantes para llegar a tener una visión crítica de los eventos que se presentan en la naturaleza de manera cotidiana.

El presente trabajo se refiere al papel que desempeña la integración teórico-práctica en la enseñanza de Biología Celular y a la IMPORTANCIA Y REPERCUCION de las técnicas e instrumentos en la comprensión de esta disciplina.

Además se destaca la relación que existe entre la formación teórico-práctica del Biólogo con la práctica profesional del mismo.

Para lograr lo antes mencionado, se analiza el programa 90-2 de Biología Celular con base en la Didáctica Crítica tomando algunos de los criterios propuestos por esta, en relación con la elaboración de programas de estudio.

Después se realizan entrevistas a docentes e investigadores de Biología Celular en diferentes escuelas y facultades dentro de la UNAM.

Por último se expone una propuesta didáctica alternativa en la enseñanza de asignaturas teórico-prácticas, concretamente de Biología Celular en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

### 1. Investigacion educativa, una forma de abordar el problema:

El problema que se aborda en el presente trabajo, atañe al campo de la Investigacion Educativa, la cual es de aparicion relativamente reciente y por ello surge la necesidad de construir un marco de referencia que clarifique las categorias metodos y técnicas que en ella se manejan, para así tener elementos de critica que conformen y enriquezcan dicho campo.

Lo anterior se desprende del debate que durante este siglo se ha dado acerca de los criterios para considerar a un trabajo como científicamente elaborado.

En 1985 la asociacion de enseñantes e investigadores de las ciencias de la educación, propuso tres grupos de ciencias que conforman las ciencias de la educación, mismos que fueron aceptados por la Asociacion Mexicana de Investigadores de la Educación. (Eizenberg 1989).

1. Las ciencias que estudian los fenómenos "macroeducativos", que incluyen los fenómenos demograficos, económicos, sociales, institucionales o culturales, que permiten abordar a la educación desde un conjunto amplio.

2. Las ciencias que estudian los fenómenos "microeducativos", es decir los fenómenos psicologicos y biológicos, entre otros, que abordan al sujeto de la educación, desde su historia individual hasta los procesos cognitivos y de relacion entre individuos.

3. La didactica de las disciplinas: que son los saberes que contemplan los metodos de la educación y los mecanismos de la transmision de la disciplina que se enseña.

Por otra parte, existen dos categorías de investigación en el área educacional, con respecto a su proximidad con la práctica, es decir, que tan cercanas se encuentran de la acción concreta.

La primera la constituyen las investigaciones de tipo "evaluativo", que son aquellas que surgen de los cuestionamientos de los pedagogos de ¿Cómo hacer? o ¿Cómo hacer mejor?, ésta supone la mediación de un aparato teórico apropiado.

La segunda categoría de investigación, es la de análisis de procesos, en donde se trata de estudiar, las prácticas, los comportamientos y sistemas institucionales para tratar de comprender su funcionamiento y discernir las implicaciones culturales, ideológicas, etc. de los mismos. En ellas se pretende conocer, ¿qué sucede en el campo educativo?, ¿en que contexto funciona? ¿Cómo se imparte la educación? etc. es decir, se puede hablar de que son investigaciones contextualizadas. "A esta categoría pertenecen las investigaciones más reflexivas (epistemológicas o filosóficas) que se asocian a la evolución de las culturas y de las mentalidades". (Eizenberg 1989) (IBID).

Así mismo, para resaltar que la investigación educativa tiene un carácter científico, es necesario exponer los requisitos de investigación en ciencias de la educación propuestos por (Eizenberg 1989). (IBID)

I Los criterios que se toman en cuenta en el desarrollo de una investigación en el área educativa son principalmente:

a) Adquirir teorías o modelos que pertenecen a otros campos científicos, cuyos datos sean susceptibles de tomarse en cuenta,

por ejemplo: estudios del desarrollo del niño, procesos de aprendizaje, etc.

o) Utilizar las metodologías propuestas en general por las ciencias sociales y humanas como la Psicología, Pedagogía y Sociología entre otras.

II. El carácter científico de las investigaciones en general se establece por la utilización de una metodología coherente, la referencia hacia modelos reconocidos que expliquen o interpreten un fenómeno, la producción de conocimiento fundada en la sistematización de la obtención, tratamiento e interpretación de los datos, la comunicabilidad del proceso, o de los procesos de producción del mismo.

"Los estudios o reportes que no satisfagan los criterios anteriores, no serán considerados como investigaciones en el propio sentido de la palabra" (Eizenberg 1989). (IBID)

III. La investigación en la educación no surge de un esquema exclusivo. El carácter científico de un conocimiento puede estar fundado en la demostración, pero también en su valor histórico, es decir, por el hecho de que este permita la extensión de una problemática, la construcción de un campo nuevo de estudio o de investigaciones posibles a partir del conocimiento que se desprende, así como sucede en el caso de conclusiones elaboradas con una metodología rigurosa.

IV. En lo que se refiere al desarrollo de la investigación, las hipótesis no deben ser concebidas como anticipantes de una ley, si la investigación tiene por origen cuestionamientos surgidos de hechos, ella no provee necesariamente de las respuestas posibles.

"Una investigación puede seguir en ciertos casos (pero no

necesariamente) el modelo de la experimentación utilizado por las ciencias de la naturaleza" (Eizenberg 1989). (IBID)

Entonces en investigación educativa las hipótesis pueden no tener un carácter predictivo y la mayoría de las veces son cuestionamientos que el investigador propone como explicativos para situaciones dadas, a través de diversas teorías y métodos.

Esto último se logra al definir las técnicas posibles de obtención y tratamiento de los datos, además las variables son eventualmente A DESCUBRIR mas allá de los enunciados iniciales.

Con el panorama anterior, es posible situarnos en lo que se conoce como investigación educativa, además de aportar elementos de juicio para desarrollar una investigación con todo el rigor científico requerido.

Nuestro problema se enmarca en el tercer tipo de ciencias de la educación ya que éste involucra por un lado, tener conocimientos de Biología Celular y por otro, manejar los métodos y técnicas que lieven a la transmosion y comprensión de dicha disciplina.

En lo que se refiere a las categorías de investigación en el área educativa, por su proximidad a la práctica se sitúa en el análisis de procesos, debido a que se toma en cuenta la Institución (Facultad de Ciencias), el plan de estudios de la carrera (Biología), el programa teórico-práctico de la asignatura (Biología Celular), la práctica docente en el aula y su repercusión en el ejercicio profesional del Biólogo en la sociedad.

## 2. Hipótesis:

Como ya se menciona, dentro de la investigación educativa las hipótesis se conforman de preguntas o problemas que el investigador pretende discutir, de tal manera que no se conciben como un factor único y determinante para que un proceso se lleve a cabo.

De acuerdo con lo anterior las hipótesis que se plantean en este trabajo son:

- Como influye la integración de la teoría y la práctica del curso de Biología Celular en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de la formación del Biólogo.
- Que repercusión tiene la inadecuada formación (referida a la no integración teoría-práctica en Biología Celular) del estudiante en su desempeño profesional.

### 3. JUSTIFICACION

El presente trabajo, surge del interés de analizar un problema en cuanto a la enseñanza de la ciencia, mismo que tiene repercusión en la formación y desempeño profesional de los egresados de la carrera de Biología y esta en estrecha relación con la enseñanza de asignaturas teórico-prácticas en el nivel superior, particularmente de Biología Celular en la Facultad de Ciencias de la UNAM

Investigar sobre este aspecto de la enseñanza de la ciencia tiene relevancia en el hecho de mejorar los métodos educativos actuales a nivel superior, constituye una vía alternativa de desarrollo para nuestro país, ya que se requiere formar profesionales que contribuyan al desarrollo científico y tecnológico de las cambiantes sociedades contemporáneas.

#### 4. OBJETIVOS

- Analizar el programa teórico-práctico de Biología Celular, con base en los criterios de la Didáctica Crítica
- Destacar la incidencia que tienen diferentes técnicas e instrumentos (métodos de estudio) utilizados en Biología Celular dentro del desarrollo de la misma y en la comprensión de los contenidos temáticos del curso.
- Proponer una alternativa didáctica con base en el análisis de diversos sistemas de enseñanza de Biología Celular, aplicados en algunas escuelas de la UNAM.

## CAPITULO II METODOLOGIA UTILIZADA

Dentro de la investigación educativa existe una gran variedad de metodos de estudio, principalmente se recurre a los utilizados en las ciencias humanas y sociales debido a que el objeto a estudiar es muy amplio y comprende tanto practicas como teorías, instituciones, individuos y grupos, el presente y la historia etc.

En la presente tesis, se tomaron como base los metodos de investigación social y humana, propuestos por Eisenberg (1989).

1.EL ANALISIS DE DOCUMENTOS.- Es "todo análisis centrado en la comparación, explicación e interpretación de los textos o datos documentales tradicionales, por ejemplo: análisis de contenido, tratamiento informático, método temático".(Eisenberg 1989).(IBID)

En la primera parte de este trabajo de tesis, se obtuvo información mediante una investigación documental la cual sirvió para elaborar el marco de referencia y el marco teórico que sustentan el presente estudio.

El material bibliográfico que se analizó en este trabajo fue el siguiente:

- Aspectos relevantes de la Investigación Educativa
- Métodos de investigación social y científica
- Construcción del conocimiento y epistemología de la ciencia
- La enseñanza de las ciencias naturales
- Textos introductorios y básicos de Biología Celular
- Aspectos teórico-prácticos en el quehacer científico
- Teorías psicológicas del aprendizaje (la teoría de Piaget) -
- Corrientes didácticas en relación con la elaboración de los

programas de estudio

- Trabajos previos sobre la práctica profesional del Biólogo
- Analisis del programa 90-2 de Biología Celular.

2. ENCUESTAS POR CUESTIONARIO O ENTREVISTAS.- son "encuestas sociológicas, psicológicas, etnológicas, intensivas o extensivas que traten del funcionamiento de las instituciones, las representaciones o comportamientos de una población determinada". (Eisenberg 1989). (IBID)

Fase de campo:

Se elaboro una encuesta (tipo entrevista) que se aplico a diferentes personas dedicadas a la enseñanza de Biología Celular, con el proposito de consultar opiniones y adquirir información de su experiencia docente, de tal forma que dicha información sirviera de base para realizar un estudio prospectivo y proponer una alternativa didáctica de la enseñanza en esta asignatura en la Facultad de Ciencias.

La entrevista incluyó a maestros e investigadores en el ejercicio de la practica profesional en diferentes escuelas y facultades dentro de la UNAM, las cuales no fueron elegidas al azar sino que se realizó una pequeña investigación en la institución con el fin de determinar cuales de ellas incluian la asignatura de Biología Celular dentro de su plan de estudios. En cuanto a las personas entrevistadas también se indagó en cada facultad o escuela, quien era la persona idónea para ser entrevistada.

## CARACTERISTICAS DE LA POBLACION ENTREVISTADA

Clave	edad	sexo	grado academico	institucion	experiencia
IZm	26	F	Pasante de B.	ENEF Iztacala	2 años
IZt	38	M	maestria	ENEF Iztacala	10 años
FCa	28	F	licenciatura	Fac. Ciencias	5 años
FCT	32	F	maestria	Fac. Ciencias	7 años
FMi	50	M	doctorado	Fac. Medicina	25 años
FQd	63	F	doctorado	Fac. Quimica	23 años

CLAVE: IZm ENEF Iztacala, sistema modular  
 IZt ENEF Iztacala, sistema tradicional  
 FCa Facultad de Ciencias C U. profesor ayudante  
 FCT Facultad de Ciencias C U. profesor titular  
 FMi Facultad de Medicina C U. investigador y docente  
 FQd Facultad de Quimica C U. docente e investigador

## ESCUELAS Y FACULTADES ENCUESTADAS:

UNAM  
 (Unidad Ciudad Universitaria)

Facultad de Ciencias  
 Facultad de Quimica  
 Facultad de Medicina

ENEF Iztacala

a/ sistema modular  
 b/ sistema tradicional

ENEF Zaragoza En esta dependencia no se realizo entrevista debido a que la carrera de Biología cerro su nuevo ingreso a partir de 1986, y esta asignatura no se imparte ya que se cursa en los primeros semestres.

En el cuestionario que se aplico, se analizaron 3 aspectos fundamentalmente, los cuales estan acordes con los objetivos de este trabajo y son los siguientes:

- a) Método de enseñanza
- b) Análisis del programa
- c) Práctica profesional

Las preguntas que elaboraron en cada fase son las siguientes:

#### METODO DE ENSEANZA:

1. Que se entiende por el ciclo enseñanza-aprendizaje
2. Ubicación de la asignatura dentro del plan de estudios
3. Numero de alumnos por grupo de Biología Celular.
4. Conocer si la infraestructura del laboratorio es adecuada (reactivos, material y aparatos)
5. Es un curso teorico-practico? de ser asi, realmente existe vinculacion entre la teoria y la practica (si, no, porque).
6. Que valor se le asigna a la parte teorica y cual a la practica.

#### ANÁLISIS DEL PROGRAMA:

1. Que se entiende por programa de una asignatura
2. Quien elaboro el programa que se maneja
3. El programa responde al plan de estudios al que pertenece el tipo de profesional que se esta formando?
4. En caso de ser un curso teorico-practico, existe un programa para el laboratorio? que características tiene
5. Existe algun manual de tecnicas y practicas de laboratorio?
6. Se dispone de material bibliografico sobre las técnicas e instrumentos que se utilizan en Biología Celular.

## PRACTICA PROFESIONAL:

1. Se considera que los conocimientos obtenidos en Biología Celular son útiles para el desempeño profesional
2. Para que tipo de labor está formado el egresado de esta institución?
3. Cual es la incidencia de la Biología Celular en nuestro país, que sectores son ayudados por el conocimiento en esta área
4. Cuanta gente se dedica a este campo de estudio en la práctica profesional.
5. Que relación existe entre el desarrollo científico y tecnológico y la enseñanza de la ciencia y en particular de Biología Celular?

Para lograr lo antes mencionado se realizó una pre-encuesta, aplicando todas las preguntas del cuestionario original a uno de los profesores de la Facultad de Ciencias (FCT) y a los dos profesores de la ENEF Itzacala (I2m e I2t), en ellas se observó que el tiempo de entrevista se prolongaba demasiado (hasta 1 hr) y por tanto se procedió a realizar un nuevo cuestionario con dos preguntas clave o eje que abarcaron gran parte de la información que se pretendía recabar, estas preguntas fueron:

1. ¿Que opinión tiene sobre los programas de Biología Celular en la UNAM y de como se imparte esta asignatura?
2. ¿Cual es el campo profesional de los egresados que se dedican a la Biología Celular?

De esta manera se aplico la entrevista a otro profesor de la Facultad de ciencias (FCa)

La pregunta número uno toca los aspectos de análisis del programa y método de enseñanza. En cuanto a la pregunta dos

además de responder al aspecto de práctica profesional, deja de manifiesto la eficacia de los planes y programas de estudio con respecto a las demandas de nuestro país y a la formación de profesionales que salen de la Universidad, concretamente la UNAM.

Al finalizar esta etapa se observó que a pesar de que las preguntas sólo eran dos, el entrevistado divagaba un poco en las respuestas, entonces se procedió a la elaboración de una carta de presentación que expresaba y justificaba nuestra intención, de tal manera que a la población restante se le aplicó este último tipo de entrevista. (Ver anexo A).

Todas las entrevistas se registraron en cassettes de audio AMPEX ED 90 con una grabadora manual SONY TCM 31, (este tipo de registro se llevó a cabo siempre y cuando el entrevistado lo permitiera y no se sintiera incomodo para dar su opinión) en caso de no ser posible se registró en una libreta de notas. La duración de cada entrevista fue de 20 minutos como máximo para evitar el cansancio, o que se prolongara demasiado la misma, de esta manera se tuvieron 10 minutos en promedio para contestar cada una de las preguntas. Este registro se realizó con el objeto de formar un banco de información que se escuchó y analizó posteriormente.

Al concluir esta fase, se procedió a la reproducción de las cintas, para realizar, la descripción y análisis de las entrevistas con el fin de comparar diversos sistemas de enseñanza en Biología Celular en diferentes escuelas de educación superior dentro de la UNAM.

El escuchar repetidas veces la información, permitió analizarla a detalle, además de evitar errores de omisión,

adición o distorsión de las respuestas.

Después se realizó el análisis del programa teórico-práctico 1989-1990 de la asignatura de Biología Celular en la facultad de ciencias de la UNAM, basándose en algunos criterios de Didáctica Crítica; se revisó la estructura y contenidos temáticos del mismo, relacionando estos últimos con las diferentes técnicas e instrumentos involucrados en el estudio de la Biología Celular y de esta manera destacar la importancia que ellos tienen en el desarrollo del conocimiento en esta área.

Por último, tomando como base los datos de las entrevistas, el análisis del programa y la revisión bibliográfica, todo ello enmarcado en la corriente de la Didáctica Crítica, se procedió a elaborar una propuesta alternativa en la enseñanza de Biología Celular en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

## CAPITULO III

## RESULTADOS

## 1. INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

## a) Marco de referencia:

En este apartado se pretende exponer brevemente, la situación de la educación superior: como se ha conceptualizado y desarrollado a través del tiempo y como se concibe en la actualidad.

Además se muestra un panorama general del plan de estudios de la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias y la relación que éste guarda con el perfil profesional del Biólogo.

Por último se describe la actividad y práctica profesional del mismo, según estudios realizados en el Laboratorio de Investigación Educativa de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

## 1) Breve Historia de la Educación Superior.

Una de las funciones de la educación, es socializar a los individuos, es decir, transmitir conocimientos, valores, ideologías, hábitos y aptitudes, que estén de acuerdo con el momento histórico por el que atraviesa una sociedad determinada. Lo anterior es retomado por las instituciones educativas en diferentes niveles (básico, medio y superior) pero principalmente nos referimos a la educación superior.

La Edad Media Europea vio nacer los grandes establecimientos de enseñanza superior, donde se enseñaban esencialmente las humanidades; pero con el tiempo fueron ensanchando su campo, e incluyeron a las ciencias de la Naturaleza. Las primeras universidades correspondieron al mundo musulmán y árabe cuya

cultura se extendió por Asia, África y Europa. Las numerosas evoluciones de la enseñanza superior, se deben principalmente a que las universidades están sometidas a la crítica intelectual y social de un país, la cual "tiende a exigir al establecimiento universitario que se adapte activamente a las necesidades y realidades de un mundo en rápido cambio" (Barrera y Ayala-Castañares 1973).

Más adelante, en la época postmedieval que abarca desde el renacimiento, hasta los primeros tiempos de la edad moderna pasando por la reforma, se amplía el horizonte del conocimiento al liberarse nuevas energías sociales y al dar una nueva definición del humanismo, pero esto tardó en manifestarse en la educación.

Durante este período, la imprenta permitió poner al alcance de las masas los libros, lo que provocó la necesidad creciente de leer, y la educación comenzó a extenderse adquiriendo diferentes formas nuevas.

En la Revolución Industrial se presenta la tendencia de establecer una relación más directa entre el progreso de la industria y la instrucción media y superior en los países que se encontraban en el camino de la industrialización; a medida que la revolución industrial alcanzó a un mayor número de países, se exigió una expansión de la educación que llevó consigo la aparición del concepto de INSTRUCCIÓN UNIVERSAL.

Debido a esto, en muchos países las diferencias de clase lejos de debilitarse se polarizaron más, ya que por un lado se enseñaban los elementos técnicos para asegurar mano de obra como

reserva de la industria, y por otro se proporcionaban vías para la enseñanza clásica y universal, que era para entonces privilegio de las clases dominantes.

"Al proclamar hace un cuarto de siglo que el hombre tiene derecho a la educación, las Naciones Unidas avallaron un ideal democrático nacido unos siglos antes, pero cuya realización se sigue viendo entorpecida en muchos lugares por condiciones parecidas a las que reinaban en la época en que fue enunciado" (Faure et.al. 1987).

En el sistema colonial, ya fuera Inglés, Francés, Español, Portugués u Holandés, se transplantaron y difundieron intactas las formas de instrucción superior europeas, donde no se esperaba formar elementos jóvenes aptos para servir a su país, sino que la meta era formar individuos indios de sangre y color, pero ingleses en gustos, opiniones, espíritu y costumbres, a los cuales no se les daba la oportunidad de participar en una sociedad colonial.

A lo largo del tiempo las perspectivas de la educación han variado. El desarrollo económico tiende a crear empleos y a formar técnicos y personal cada vez más calificado para trabajar en sus propios países. La modernización acelerada de numerosas sociedades, ha llevado a modificaciones cuantitativas y cualitativas cada vez más profundas a nivel de la enseñanza, esto ha creado necesidades y exigencias nuevas.

Por todo lo anterior podemos decir que la educación superior tiene una historia mucho más rica de lo que se puede pensar y parece invitarnos a una doble tarea: la restitución y la renovación de los sistemas educativos.

La educación actual tiene una carga de dogmas y usos anacrónicos que han heredado los países en vías de desarrollo de los modelos importados de estados desarrollados.

En la actualidad, la educación superior constituye un componente esencial del desarrollo humano, social y cultural de un país y por primera vez en la historia, esta se emplea conscientemente en preparar al hombre para las sociedades futuras. Desgraciadamente lo que falta no es voluntad ni trabajo, sino políticas, estructuras, medios adecuados y disponibles para desarrollar eficientemente la educación superior.

En consecuencia, existe un retraso entre los productos de la educación y las necesidades de las sociedades contemporáneas, esto muestra con qué facilidad pueden desfasarse los sistemas educativos del desarrollo de un país. Por lo tanto es necesario que la educación se adapte cada vez más, tanto a las necesidades de una sociedad como a los deseos y aptitudes de los alumnos.

La educación superior atiende a un sector muy amplio de jóvenes con diferentes vocaciones; la Universidad como órgano responsable de responder a dichas necesidades, ofrece multitud de carreras en diferentes áreas de conocimiento (humanidades, Sociales y Científicas).

En este trabajo nos abocaremos a las relacionadas con el área científica, en especial a la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias.

11) Plan de estudios de la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias.

A continuación se expresa una breve semblanza del plan de estudios de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias.

Desde la creación de la Facultad de Ciencias en 1939 este plan de estudios ha tenido una serie de modificaciones hasta que fue establecido en la institución mencionada en 1967. En su elaboración participaron profesores del departamento de Biología, coordinados por especialistas en cuatro aspectos básicos de la Biología: morfología, ciencias experimentales, botánica y zoología.

Fue publicado en la Facultad de Ciencias a fines de los 70s por la Guía de Carreras Universitarias. Después de esta fecha se formó una comisión de reestructuración del plan de estudios en 1974.

El plan de estudios incluye 35 asignaturas obligatorias (359 créditos) y las optativas necesarias para cubrir 45 créditos.

"Al ser un plan de estudios por asignaturas, este tipo de currículo se restringe a la escuela academista, aislada del medio social" (Lopez de la Rosa 1989). Es decir, contempla ligeramente la carga ideológica, y descuida parcialmente las características y necesidades del estudiante, las condiciones de estudio, la preparación y función del maestro, las características del aprendizaje, la calidad de la enseñanza, la infraestructura de la institución y tampoco incluye dentro de sus planteamientos las relaciones que existen entre la escuela y la sociedad.

Es importante revisar algunos aspectos que según Glazman y de Ibarrola (1987) constituyen "La Filosofía educativa que sustenta el plan de estudios". Así, es necesario impulsar la vinculación entre el profesional que se pretende formar y los contenidos educativos que se comunican.

Por otro lado es importante conocer al estudiante y su proceso de aprendizaje; y por último responder al contexto social y cultural en el que, y para el que actuará en el futuro, a este respecto es notorio que el plan de estudios no explicita dicha filosofía en el plan de estudio.

Con respecto al campo de acción y actividad profesional del Biólogo, los alumnos están muy desorientados, ya que los programas y planes de estudio no favorecen la formación profesional del futuro Biólogo.

"No es posible definir al profesional sin tomar en cuenta la práctica profesional, las disciplinas académicas, el contexto social en el que va a actuar, la institución educativa y el tipo de estudiante de que se trate" (Glazman y de Ibarrola 1987). (IBID)

El desarrollo sobre el diseño curricular cobra importancia en la década de los 70s y tal vez fue uno de los factores que distrajo la atención para que no se tomara en cuenta esto, en la reestructuración del plan de estudios de esta Facultad.

Actualmente existen trabajos que abordan aspectos de la actividad profesional del Biólogo, como un punto importante en el diseño curricular.

### iii) Actividad y Fractica Profesional del Biologo.

Es bien conocido el tipo de trabajo que realiza un sinnúmero de profesionales, pero es difícil que se conozca de manera clara la actividad que desempeña un Biologo. Esto no sólo es responsabilidad de la sociedad, sino del mismo Biologo, ya que generalmente se encuentra ubicado (en el mejor de los casos) en dependencias de enseñanza y/o investigación, aisladas del medio social o como subempleado en actividades no relacionadas con la Biología, además de la poca difusión que esta carrera tiene.

De acuerdo con Follari y Berruero 1980 (en Roman 1989) las actividades profesionales se clasifican en dominantes, decadentes y emergentes.

Las dominantes son aquellas que durante varias décadas han venido desempeñando la mayoría de los profesionales; las decadentes son aquellas que se están haciendo obsoletas ya que casi nadie se dedica a ellas; en tanto que las emergentes son aquellas que los profesionales empiezan a desarrollar en una región, cuando ocurren diferentes condiciones como: cambios en las políticas federales o estatales, eventos mundiales, avances científicos y tecnológicos, creación de nuevas instituciones etc.

Como se ha mencionado, las actividades profesionales del Biologo son un aspecto importante que se debe de tomar en cuenta para seleccionar las asignaturas y los contenidos temáticos de un Plan de Estudios.

Existen pocos antecedentes sobre investigaciones realizadas para determinar las actividades profesionales del Biologo en México, sin embargo, en (Barrera 1969) en su trabajo titulado "Panorama de la Biología en México", señaló que el 50 % de los

Biólogos egresados de la UNAM, trabajan en docencia dentro de esta misma institución.

En diversas investigaciones sobre mercado de trabajo del Biólogo, se indica que actualmente el principal campo de acción del Biólogo es la enseñanza ya que el 48.6% de esos profesionistas labora en instituciones educativas y de investigación.

Algunas de las actividades que realizó el Biólogo en 1969 según un estudio realizado en el Laboratorio de Investigación Educativa de la Facultad de Ciencias de la UNAM, son las siguientes: (Hayashi, 1989).

-En el Instituto Nacional de Cardiología, en el Instituto Nacional de Nutrición y en el Hospital López Mateos, las actividades dominantes del Biólogo eran las labores técnicas, de apoyo a estudios de investigación clínica.

-En los hospitales 20 de noviembre y López Mateos (op. cit) la investigación era la actividad dominante y el proyecto estaba encaminado al estudio de NUEVAS TÉCNICAS para la detección del cáncer.

-En la Secretaría de Pesca (Sepesca) del D.F. (Girón 1964 en Hayashi 1989) la actividad profesional dominante del Biólogo era la técnica. De los entrevistados, el 57% proporcionaba apoyo bibliográfico a proyectos de investigación, el 42% realizaba apoyo técnico y el 1% realizaba funciones administrativas.

-En el Instituto de Ecología, A.C. y el Laboratorio de Ecología, A.C. y el Laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias de la UNAM (Castro 1964 en Hayashi 1989), las

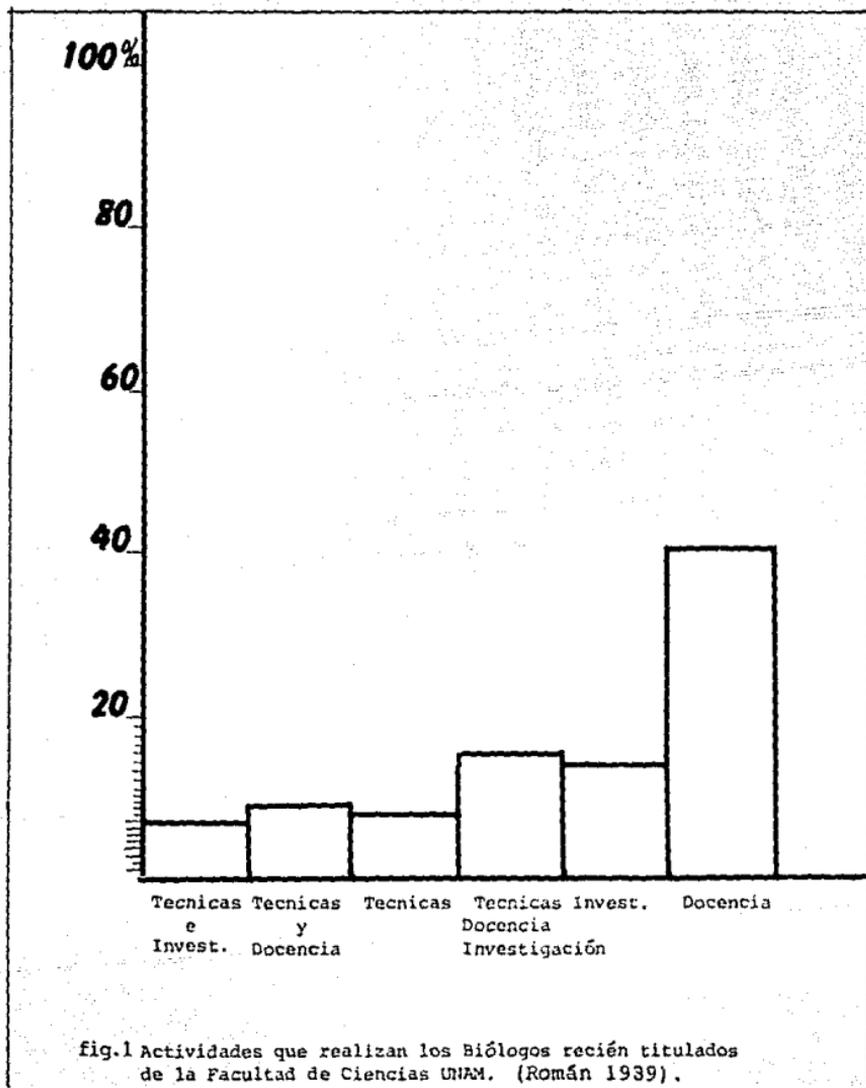
actividades profesionales desempeñadas por los Biólogos eran las técnicas, la investigación y las administrativas.

-En Puebla, (Armenta 1985), las actividades dominantes eran técnicas-administrativas, ya que en SEDUE, SEPESCA y la Secretaría de Fomento Agropecuario laboraba el 50% de los Biólogos de Puebla, y 73.4% de los técnicos-administrativos.

Cabe aclarar que estos ejemplos fueron seleccionados de dicho trabajo con el fin de mostrar la importancia que poco a poco van cobrando otras actividades diferentes a la docencia, como es el caso de las actividades técnicas y de investigación.

Casi todos los trabajos realizados muestran que la actividad dominante del Biólogo es la docencia como ya se mencionó antes, pero durante los últimos 10 años, la investigación y las técnicas son actividades emergentes que adquieren importancia de acuerdo con las necesidades sociales, de tal forma que según Román (1987) "el 8% de los egresados hace técnicas, estas actividades surgen como emergentes debido a que el 15 % realiza docencia y otro 8% hace técnicas e investigación. (fig. 1 )"

Con base en lo anterior se hace necesario realizar un análisis crítico de los programas de la carrera de Biología, para lo cual se enfocará la atención en este trabajo sobre la asignatura de Biología Celular que se enseña en las aulas-laboratorio de la Facultad de Ciencias de la UNAM y relacionarlos con la actividad profesional en el campo de trabajo de la Biología que actualmente se está desarrollando fuera de esta institución, de tal manera que el ejercicio profesional del Biólogo, este acorde con las demandas reales de la sociedad y de esta manera el alumno obtenga una formación integral.



Estos mismos aspectos se deben considerar en el diseño del Plan de Estudios de la carrera, ya que de las modificaciones que se le hagan, depende la formación del futuro Biólogo.

En un estudio preliminar de las actividades del Biólogo recién titulado de la Facultad de Ciencias, se habla de que "algunas carreras universitarias no tienen definido con claridad a qué perfil profesional responden. En ocasiones la inexistencia de ese perfil es total, de modo que no se sabe a qué clase de estudiante se está formando, ya que no es lo mismo formar estudiantes para aplicar tecnologías que para desarrollarlas: el problema es tanto ideológico como político" (Román 1969).

Así mismo, en las investigaciones sobre la actividad profesional es importante correlacionar lo que el Biólogo realiza en el contexto social, con el perfil profesional de la Institución Educativa donde se preparó.

A pesar de que existen este tipo de trabajos, los alumnos del departamento de Biología de la Facultad de Ciencias UNAM están mal informados con respecto a la Actividad Profesional del Biólogo, además hay muy pocas asignaturas que se orientan a la investigación o hacia el manejo y utilización de metodologías y técnicas, lo que corresponde al ambiguo y difuso perfil profesional que se supone tiene el Plan de Estudios de esta carrera.

b) Marco teórico:

i) ¿Que es ciencia y como se construye.

Una de las preguntas que hasta ahora es difícil responder es precisamente ¿que es ciencia?

A pesar de que existen muchas personas dedicadas al quehacer científico, cada una de ellas puede tener su propia concepción de ciencia, ya que no existe una definición universal de la misma.

Lo antes mencionado, puede parecer extraño, pero aun cuando solo se tiene una noción imprecisa del concepto de ciencia, se han hecho contribuciones importantes para desarrollarla.

A lo largo de la historia se le han atribuido características e incluso se le ha definido desde diferentes puntos de vista como el social, filosófico y científico. ¿Como se llega al conocimiento científico?

Cuando se habla del proceso de construcción de la ciencia, encontramos diferentes opiniones, pero en general podemos mencionar dos tendencias principales de acuerdo con Margarita Fanza (1988):

La primera es positivista. Tiende a fijar límites muy estrechos a la ciencia, exigiendo una verificación empírica, y una tajante división entre los problemas científicos y filosóficos; es característico de esta posición el carácter neutralista de la ciencia, además de que esta idea se ha considerado tradicionalmente como única.

Otra concepción es la dialéctica, (entre sus seguidores está Piaget); en ella se considera a la ciencia como abierta y en continuo cambio, es decir, se alimenta de crisis internas.

imprevistas que posteriormente se superan, en consecuencia es imposible clasificar los problemas en Científicos y Filosóficos. "Las dos categorías de investigación se distinguen por los métodos no por los problemas" (Piaget, en Panza 1988). Así mismo, en la ciencia podemos distinguir dos grandes áreas: Las ciencias naturales y las ciencias humanas; pese a que la ciencia exige una objetividad, no se puede desconocer el papel del sujeto y por tanto la base subjetiva del conocimiento.

En el caso de las ciencias naturales, es más fácil hacer la distinción entre sujeto y objeto, pero en las ciencias humanas, el sujeto es a la vez el objeto de estudio y esto constituye la principal dificultad en la construcción de la última.

"Las ciencias pueden ser formales, como la lógica y las matemáticas, y experimentales como la Biología, Física y Psicología; estas últimas, son más jóvenes que las formales ya que el comportamiento del experimento es más complejo, requiere de la base de deducción anticipatoria. Las formales se basan en operaciones lógico-matemáticas para su formalización". (De Alba, 1990).

"La ciencia más que como un estado lineal jerárquico, se construye como una espiral dialéctica donde los límites disciplinarios son relativos, no absolutos" (Panza 1988).

Piaget considera al conocimiento como fruto de la interacción sujeto-objeto, en la cual el sujeto, por aproximaciones sucesivas, va construyendo el objeto.

Así mismo, menciona que existen tres concepciones epistemológicas actuales de como se construye el conocimiento científico.

a) Empirista.- Se afirma que la ciencia va de lo simple a lo complejo, que comienza por el conocimiento directo que los sentidos nos dan de las cosas. "El conocimiento sobre un objeto se inicia precisamente al entrar en contacto los órganos sensoriales con el mundo exterior, con las sensaciones y percepciones, pero estas solo resuelven el problema de las apariencias" (Rojas Soriano 1982)

b) Intuicionista.- Postula la existencia de una facultad especial del intelecto o del espíritu humano, que permite tomar la esencia de los fenómenos, trascendiendo las engañosas apariencias que se pudiesen ocultar en esa esencia.

c) De la Práctica teórica.- Postula que la ciencia no se apoya en apariencias ni trata de descubrir esencias escondidas sino que se construye por un trabajo de producción de conceptos, enfrentando los datos de la experiencia sensorial con las convicciones espontáneas, es decir, la constitución y el desarrollo teórico de las ciencias.

No se puede afirmar que sólo alguna de las tres concepciones anteriores sea correcta, ya que se parte de la base filosófica de que existe un universo exterior con el cual nos podemos poner en contacto a través de nuestras sensaciones y percepciones.

\* (epistemología.- se ocupa del proceso de construcción de conocimientos científicos y de los criterios que permiten distinguirlos de los que no lo son).

Ademas podemos decir que en el quehacer científico como consecuencia de nuestras sensaciones, se parte siempre de apariencias y se trasciende a descubrir la esencia de los hechos, por ejemplo: "En la teoría geocéntrica de Ptolomeo, el hombre "vio" salir el sol por el este y "ocultarse" por el oeste, ésta era una descripción de apariencias del movimiento de los astros, pero cuando Copérnico pudo producir el concepto de un doble movimiento simultáneo de la tierra y el sol, no "vio" lo que vio, con sus ojos sino su concepción abstracta que se opuso a la experiencia concreta". (De Alba, 1990).

Con esto, se puede pensar que el conocimiento objetivo se construye después de la ruptura con el conocimiento sensorial de los objetos lo cual no es del todo cierto.

Por último, aun cuando existe un trabajo intelectual, por el cual pueden acumularse conocimientos, por medio de los cuales el investigador puede crear conceptos y añadir más conocimiento, siempre es necesario confrontarlos con la experiencia sensorial. Por ejemplo, la teoría de la Evolución, no son datos recogidos directamente de nuestros sentidos, son conocimientos producidos a través de la crítica de una ideología establecida.

"Existe una clara ruptura entre el conocimiento sensible y el conocimiento teórico, sin la teoría no sabríamos jamás si lo que se ve y siente corresponde al mismo fenómeno" (Bachelard 1979).

Entre el conocimiento científico y el saber ideológico hay una clara ruptura, pero también una relación que los implica y relaciona entre sí.

La ciencia trata pues, de acercarse al conocimiento objetivo a fin de descubrir las relaciones, dependencias y estructuras

esenciales de la realidad, para establecer leyes científicas; pero en las ciencias sociales, los valores fundamentales de los individuos (ideología) están presentes en el proceso de investigación y en sus productos, lo que modifica el descubrimiento del conocimiento objetivo.

#### ii) Labor científica y Método Científico.

En la labor científica, el abordar un problema de investigación implica tanto trabajo teórico como práctico, que va desde una revisión bibliográfica extensa hasta la realización de métodos o técnicas especializadas.

Entonces, el investigador debe de estar informado y capacitado para lograr sus objetivos científicos. "La ciencia por definición, es una actividad creativa: además de observar, describir o medir, crea sus propias HIPOTESIS, los MEDIOS para demostrarlas, y determina así los mecanismos de los fenómenos que estudia". (Tapia 1985).

Es decir, las preguntas que se plantea un investigador son susceptibles de ser investigadas con los recursos teóricos y prácticos disponibles, o bien modificando los actuales.

Una vez que se elabora la hipótesis de trabajo, es necesario plantear como se desarrollará el experimento; esto implica el diseño de la metodología, de los recursos técnicos e instrumentales disponibles para desarrollarlo y de ello depende la diversidad de datos obtenidos.

La interpretación de los resultados, lleva a concluir lo que experimentalmente se determinó. En las conclusiones, del trabajo se sintetiza la investigación realizada mostrando su alcance y

además se proporcionan diversas vías de acceso a nuevas investigaciones.

Para lograr lo antes mencionado, la ciencia utiliza gran variedad de métodos y criterios experimentales generales y específicos, pero en general se fundamenta en el llamado METODO CIENTIFICO.

"La ciencia significa creer, la existencia de métodos sistemáticos de investigación, que cuando se dirigen a estudiar una serie de hechos nos ponen en condiciones de comprenderlos menos azarosamente y con menos rutina" (Dewey 1980, en Rojas Suriano 1982).

Si bien es cierto que la ciencia se sirve de un método para obtener el conocimiento, éste no debe de entenderse como una serie de pasos a seguir para llegar a la elucidación de un problema, sino como una actitud de análisis ante problemas concretos.

### 1.11) El Método en Biología.

En las diversas ramas de la Biología existen múltiples métodos que están al servicio del avance en el conocimiento científico. a pesar de que algunos de ellos son sistemáticos, no se ocupan de un problema dinámico ni conducen a la formulación de leyes, como se observa al identificar el grupo al que pertenece un organismo (métodos taxonómicos), es decir, es la sistematización o clasificación racional de acuerdo con ciertos criterios básicos, entre los que figuran principalmente los morfológicos, los fisiológicos y los datos genéticos.

En los métodos anatómicos, se estudia la forma de los organismos, los diversos órganos que los constituyen y las estructuras que los configuran; esto, no es sino una descripción sistemática y detallada de la estructura de los organismos.

La Fisiología se encarga de estudiar con sus métodos, las funciones que se efectúan en el organismo y las múltiples interacciones que se producen entre unas y otras.

"Los métodos bioquímicos permiten investigar los procesos químicos que se realizan en los organismos debido a la actividad de las enzimas. Los métodos de la genética, que sirven para investigar la transmisión hereditaria de los caracteres y su variabilidad, la cual produce la evolución de las especies.

Ultimamente los nuevos métodos de la Biología Molecular han permitido hacer muchos descubrimientos sorprendentes sobre las actividades vitales, de los cuales una gran parte han podido ser generalizados a la Biología entera". (Gortari 1983)

Las áreas mencionadas, si se consideran como disciplinas aisladas, probablemente no merecerían el calificativo de científicas, pero sin ellas el estudio de procesos dinámicos se vería seriamente limitado o se tornaría imposible.

Se puede afirmar que existen diferentes métodos de trabajo en Biología y en los problemas que aborda, es decir, un Ecológico puede estudiar un problema de manera diferente a la de un Bioquímico, o bien a la de un Biólogo Celular, etc. y esto se debe principalmente a que la Biología es una ciencia sumamente amplia en la que se estudian desde los microorganismos hasta la biosfera en su conjunto.

#### iv) Biología Celular y sus Metodos de Estudio.

"La Biología es la ciencia que estudia a los organismos vivos y a sus actividades, comprendiendo sus formas, sus estructuras y su fisiología, su identidad específica, su metabolismo, su crecimiento, su reproducción, su envejecimiento y su muerte. También se ocupa de establecer la distribución geográfica de los organismos, las relaciones e interacciones entre unos y otros, las influencias que reciben del medio en que viven y las transformaciones que producen en dicho medio. Igualmente la Biología investiga el origen de la vida, las características de los organismos que vivieron en otros periodos geológicos y la evolución de las especies" (Gortari 1983).

Si bien el objeto de estudio de la Biología es muy amplio, es importante mencionar que puede ser abordado desde diferentes niveles. (ver fig. 2)

"La vida se caracteriza por una jerarquía de estructura y de control funcional que comprende una escala que va desde las más diminutas interacciones atómicas y moleculares, hasta las distancias relativamente enormes de comunicación logradas por la sociedad humana al ordenarse a si misma" (Grobstein 1973).

Los sistemas biológicos poseen una organización que permite definir diversos niveles o aspectos para su estudio, los cuales poseen características especiales y particulares de las unidades que los constituyen.

Los elementos constituyentes de los seres vivos, como los átomos y moléculas, se encuentran unidos por medio de enlaces estabilizadores; estas uniones llevan un orden en la estructura molecular y forman precursores muy simples de bajo peso

# Biología

*Nivel* **ATÓMICO**

**MOLECULAR**

**SUPRAMACROMOLECULAR**

**ORGANELOS**

*CÉLULA*

**MULTICELULAR**

**POBLACIÓN**

**ECOSISTEMA**

*Evolución*

fig. 2 NIVELES DE ORGANIZACION de la materia.

molecular, los cuales por medio de reacciones químicas, se convierten en moléculas intermediarias, que a la vez se unen y forman moléculas de elevado peso molecular. Estas nuevas moléculas también evolucionan y alcanzan un cierto grado de especialización.

Las estructuras biológicas a su vez están formadas por ensamblajes organizados de macromoléculas que constituyen estructuras más complicadas, llamadas complejos supramacromoleculares. Estos en conjunto forman un sistema de mayor complejidad, los organelos, cada uno de los cuales presenta una actividad específica dentro de la célula.

El proceso antes descrito que actúa sobre la materia, poco a poco dio origen a NIVELES DE ORGANIZACIÓN cada vez más complejos.

Los niveles de organización de los sistemas vivos pueden enumerarse en forma convencional para su estudio a partir del de menor al de mayor complejidad.

**NIVEL CELULAR.** La célula es un sistema infinitamente complejo de especies moleculares heterogéneas y organelos limitados por membrana; su organización está basada en el orden y estabilidad dinámica de sus componentes, lo que constituye las características de los fenómenos vitales y de su regulación.

Las células pueden asociarse entre sí en forma de colonias; esta asociación se acentúa más a través de la evolución, creándose con esto una diferenciación que lleva en primera instancia a la formación de tejidos, que constituirán a su vez órganos y éstos en cooperación con otros formarán aparatos y

sistemas, que en conjunto daran origen a los organismos. Por su parte los organismos se agrupan en poblaciones que crecen y se desarrollan manteniendo un equilibrio dinamico con el medio; al conjunto de poblaciones y comunidades que interactúan entre si y con el entorno, se le llama ecosistema cuyas funciones estan intimamente relacionadas con las propiedades de cada uno de los niveles que lo integran.

De esta forma, "Los niveles de organizacion representan diferentes etapas evolutivas de los sistemas biologicos, sobre los cuales actua la seleccion, que permite asi que el proceso evolutivo se lleve a cabo" (Salceda 1989).

Como ya se ha mencionado, existen diferentes niveles de organizacion de la materia, a continuacion se situa a la Biologia Celular dentro del estudio de la jerarquia de la vida; tambien se clarifica que se entiende por Biologia Celular y por ultimo se mencionan los principales metodos de estudio que se utilizan en dicha disciplina.

Mucho se ha discutido acerca de los diferentes niveles de organizacion y sus unidades fundamentales, pero es importante mencionar que en ocasiones es dificil deslindar o diferenciar un nivel del otro Debido a esto se tratara de definir en terminos generales cual es el campo de estudio de la Biologia Celular.

Asi, se conoce como Citologia al estudio de la célula a través del microscopio, cuando esta entro en relacion con estudios bioquimicos, genéticos y fisiologicos se dio lugar a una disciplina en desarrollo denominada BIOLOGIA-CELULAR. "Esta combinacion de ideas y metodos de estudio ha llevado a considerar a las celulas como unidades vivientes dinamicas". (Avers 1981)

La Biología Celular aborda entonces aspectos de la estructura y función celular, involucrando con ello otras ramas de conocimiento, como Bioquímica, Genética, Fisiología con lo que se ha abandonado la vieja noción de estudiar solo su morfología.

La unión de la citología con la genética y la bioquímica, han hecho posible el logro de muchos avances recientes en Biología Celular y en otras áreas de conocimiento.

El estudio de la Biología Celular no sólo es importante por sí mismo, sino que también es invaluable para estudiar cualquier otro aspecto y/o nivel de las Ciencias Biológicas, ya que el conocimiento de la célula es fundamental en la formación del Biólogo, porque sea cual sea el campo de estudio al que se dedique, siempre estará involucrado con sistemas vivos, los cuales están a su vez constituidos por células.

## Métodos de estudio en Biología Celular

En el estudio de la célula, una de las grandes limitaciones es la observación y manejo de esta estructura, ya que la Biología Celular trabaja con un objeto de estudio que el hombre no es capaz de ver, oír o tocar directamente. Esto se debe principalmente a su diminuto tamaño y transparencia; sin embargo se ha podido descubrir su organización molecular y establecer de qué manera actúan entre sí sus componentes para determinar la función celular, así como describir su forma y tamaño.

Lo anterior se logró gracias a que el hombre adquirió la habilidad de producir métodos y herramientas cada vez más complejos que tienen un impacto directo en el avance en Biología Celular.

De tal manera que en el estudio de la célula se utilizan métodos de estudio específicos para conocer sus componentes celulares y moleculares.

Estos métodos en su mayoría son el resultado de la aplicación de técnicas Biofísicas y Bioquímicas sobre la célula. El número de métodos y criterios experimentales utilizados es sumamente grande y variado, entre los que podemos encontrar, los bioquímicos, moleculares y de Ingeniería genética.

En este apartado sólo se mencionan los más generales y los utilizados en el análisis instrumental de la célula, es decir se presentan los principales métodos citológicos y citoquímicos para la observación y experimentación con estas diminutas estructuras. (ver fig.3).

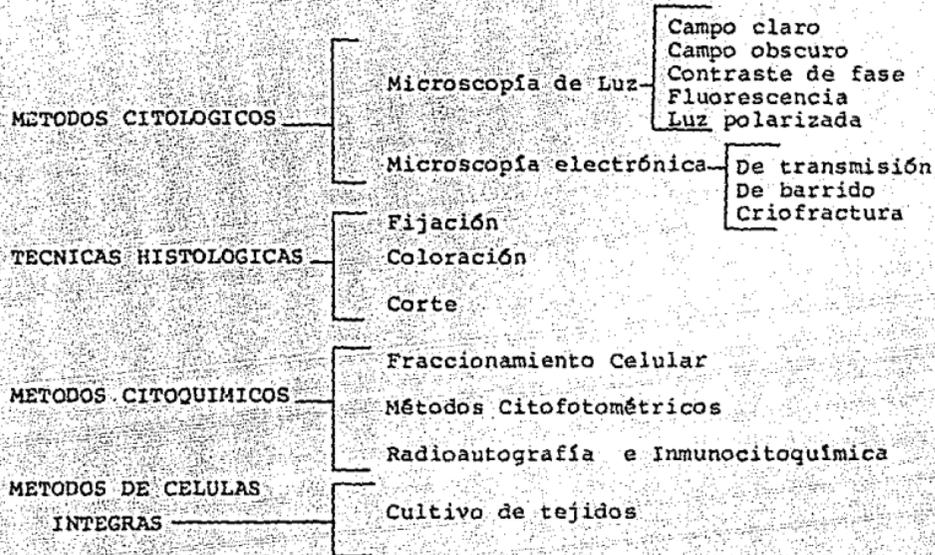


Fig. 3 Métodos de Estudio en Biología Celular

## METODOS CITOLOGICOS

## Microscopia de luz:

Como resultado de las pequeñas dimensiones de las células, el estudio de su estructura tuvo que esperar el desarrollo del microscopio. "El primer microscopio útil fué inventado el 1590 por Z y H Jansen, que desarrollaron un microscopio compuesto, esto es, un sistema ampliador de lentes, cuyo aumento total es el producto de los factores de aumento de los lentes individuales" (Avers 1981).

A Robert Hook se le atribuye haber dado a conocer la primera información importante acerca de la célula, obtenida por microscopia. Publicó sus observaciones señalando la existencia de las "células" en tejido vegetal y también señaló que algunos tipos de células estaban llenas de "jugos" pero no se le prestó mucha atención. Mejoras posteriores en la fabricación de lentes proporcionaron una resolución de 0.2 Mm que es la que se obtiene actualmente con un microscopio óptico compuesto. En el microscopio óptico como cualquier otro tipo de microscopio, el poder de resolución es muy importante para poder definir las características celulares, pero generalmente las estructuras intracelulares son difícilmente distinguibles por su transparencia a la luz visible.

En los últimos años se han realizado importantes adelantos en el estudio microscópico mediante el desarrollo de técnicas ópticas especializadas como la microscopia de contraste de fases, la cual es útil cuando las estructuras biológicas tienen poca densidad y contraste, a través del retraso de los rayos luminosos y el índice de refracción de los cuerpos, esta técnica ayuda a

evidenciar las estructuras que antes eran invisibles para el observador e incluso permite la observación de células vivas.

Existen muchos tipos de microscopia de luz, como: Campo Claro, Campo oscuro, Microscopia de fluorescencia y de Luz polarizada, los cuales no nos detendremos a analizar. Baste saber que la importancia de la microscopia es crucial en el conocimiento de la morfología celular.

#### Microscopia electrónica:

El microscopio electrónico es un instrumento que permite conocer directamente la ultraestructura celular, ya que posee un poder de resolución mayor que el microscopio óptico. En la década de 1950 con el surgimiento de la microscopia electrónica se comprobó la existencia de muchos organelos, ya que se hicieron visibles estructuras importantes que antes pasaron inadvertidas.

Este tipo de microscopia utiliza la propiedad que tienen los haces de electrones de ser desviados por un campo electromagnético en la misma forma que un rayo de luz es refractado al atravesar una lente.

Actualmente se utilizan métodos de estudio más sofisticados en la microscopia electrónica ya que se desarrollaron diferentes modalidades de ésta como son: la microscopia electrónica de barrido y la técnica de criofractura.

Es importante aclarar que la microscopia óptica proporcionó la vía de ingreso a los estudios de la estructura y función celular; pero estudios más detallados requieren del gran aumento y resolución del microscopio electrónico. Cada uno de estos microscopios es útil en diferentes niveles y tipos de estudios,

de manera que no compiten sino que se complementan dentro del repertorio de la instrumentación en Biología Celular.

#### Técnicas histológicas:

Tanto en la microscopía óptica como en la electrónica, para poder realizar las observaciones es necesario preparar el tejido y procesarlo con diferentes técnicas que son auxiliares importantes en el estudio de la célula.

#### Fijación y coloración y corte:

La fijación es esencialmente un método para la preservación de la morfología y composición química de la célula. Consiste en la muerte de esta, de manera que las estructuras que posee cuando viva se conservan con un mínimo de alteraciones y al mismo tiempo se trata de mantener intacta su composición química.

Con la invención del mícrotomo en 1870, los tejidos pudieron cortarse en secciones más delgadas; así se logró el paso de luz a través de esas secciones hacia el ojo del observador. Las estructuras celulares eran más visibles pero había muy poco contraste entre las diversas partes de la célula. Este problema se superó a fines del siglo XIX, al surgir mejores colorantes y tinturas que los químicos industriales alemanes obtenían como derivados del alquitrán de la hulla. Las células y sus partes se hicieron más definidas con el método de tinción, que aumenta el contraste entre las diferentes estructuras. Se lograron distinguir diferencias entre las células animales y vegetales y se fue avanzando en el conocimiento acerca de la célula.

#### MÉTODOS CITOQUÍMICOS

El propósito de estos métodos es la identificación y localización de los diferentes compuestos químicos dentro de la

celula, es decir, la finalidad de la citoquímica es la de descubrir dentro de la célula, la organización química que es la base de la vida.

Su propósito es tanto cualitativo como cuantitativo e involucra el estudio de cambios dinámicos en la organización citoquímica durante los diferentes estadios funcionales. A través de estos métodos es posible establecer el papel que desempeñan los diferentes compuestos celulares en los procesos metabólicos de la célula.

La citoquímica moderna ha seguido diferentes métodos de investigación, uno de los cuales comprende procedimientos químicos y físicos para aislar y medir diferentes componentes químicos en el interior de la célula como el Fraccionamiento celular. Métodos citofotométricos y la radioautografía.

#### Fraccionamiento celular:

Consiste esencialmente en la ruptura de la membrana celular por métodos mecánicos o químicos, separando después las fracciones subcelulares de acuerdo con su masa y peso específico. Diversos métodos de fraccionamiento celular se utilizan actualmente para aislar y determinar las propiedades específicas de los componentes subcelulares.

#### Citofotometría:

Se refieren a la absorción de la luz por los compuestos o bien a la determinación de el espectro de absorción de diferentes elementos celulares.

#### Radioautografía:

Se basa en la posibilidad de marcar componentes de la célula

con radioisótopos que pueden ser revelados después, por su capacidad de interactuar con los cristales de bromuro de plata de una emulsión fotográfica. Comparando la imagen fotográfica con la de las células observadas por medio del microscopio, se puede tener una localización precisa del radioisótopo.

#### Inmunocitoquímica:

Es un método más relacionado con técnicas bioquímicas convencionales y las microquímicas, que abarca métodos de determinación de componentes en la célula. Se basa en la detección de antígenos mediante el uso de anticuerpos.

Por último en la actualidad existen métodos para estudiar a la célula viva de manera íntegra mediante el empleo de cultivos celulares tanto animales como vegetales, los cuales nos ayudan en gran parte a conocer la fisiología de las mismas para resolver problemas fundamentales de la Biología Celular.

Se ha demostrado que las células de casi cualquier organismo incluyendo el hombre son cultivables fuera del cuerpo, en condiciones en las que pueden mantenerse vivas y crecer, incluso mucho tiempo después de que el organismo del cual derivaron ha muerto. "Algunas células humanas por ejemplo han sido mantenidas en cultivo por numerosas décadas y están a disposición del investigador con solo sacarlas del congelador" (Karp 1987).

## v) La Enseñanza de la Ciencia.

Por todo lo descrito anteriormente, la enseñanza de la ciencia se torna un tanto complicada, ya que hay que tomar en cuenta que al alumno se le prepara para desarrollar una visión objetiva y crítica de los fenómenos naturales, para así tratar de entender su entorno.

Es importante entonces delinear algunos de los rasgos característicos que se presentan en la enseñanza de la CIENCIAS NATURALES en la actualidad en México, para así poder ayudar a nuestros sistemas educativos y a los de investigación científica y tecnológica.

En nuestro país, la ciencia se enseña por una parte de manera extraescolar (no formal), es decir, en acciones de divulgación científica como en cursos y programas de la radio, la prensa y la televisión, que son una fuente de información científica popularizada. Otros centros de difusión científica son los museos, zoológicos, planetarios y jardines botánicos, etc., en donde se intenta enseñar aspectos particulares de la ciencia, pero donde en general no existe asesoría. También las acciones de la vida cotidiana aportan conocimientos científicos como por ejemplo la producción del yogurt casero, por la fermentación de la leche.

Por otra parte ya en el ámbito escolar, en el nivel primario, "no existe una filosofía o programa conceptual de lo que se debe enseñar de la ciencia. En la escuela primaria cada profesor e institución enseñan una forma distinta de ciencia, de acuerdo con sus intereses o con su grado de conocimiento"

(Barrera y Ayala Castañares 1973). Esto contribuye a la pérdida de interés de los alumnos por conocer el mundo natural.

Lo que tenemos en la actualidad es el producto de una larga historia que nadie sabe con certeza cómo empezó, por qué es así y cuáles son sus fundamentos.

En el nivel medio, como consecuencia de las deficiencias del nivel primario, se presenta el problema de qué enseñar y la forma de enseñar. "En esta etapa, se debe fomentar un espíritu crítico en el alumno, para que pueda entender, analizar, y opinar con sensatez sobre los problemas que se le presenten" (Barrera y Ayala Castañares 1973).

En el nivel preparatorio, en donde tengo la oportunidad de colaborar, en general se le presta una importancia exagerada a los programas de estudio (contenido), lo cual trae como consecuencia la pérdida del verdadero sentido de la labor científica, donde la curiosidad por indagar es ilimitada.

"Lo más importante en cualquier actividad científica, es la capacidad de inventar, cambiar innovar y evolucionar" (Gomez-Pompa 1971).

Uno de los problemas que se presentan en este nivel, es que los programas están hechos en gran parte por profesores o departamentos que ignoran lo que se estudió en la secundaria y lo que se necesita saber para el nivel superior. Todo esto agravado a la falta de equipo, laboratorios de enseñanza etc. y de que el docente pretende que su experiencia académica sea adquirida por sus alumnos rápida y fielmente.

Ya en el nivel superior al cual se refiere el presente trabajo; generalmente la enseñanza de la ciencia y en particular de Biología en la Facultad de Ciencias tiene un carácter verbalista muy marcado con excepción de los profesores que tienen una estrecha relación en investigación y docencia, o donde se ha podido establecer un verdadero vínculo entre la teoría y la práctica.

En general en todas las escuelas y facultades de Biología del país existe la tendencia de formar investigadores, pero gran número de maestros no se encuentran involucrados con la investigación y al mismo tiempo son los encargados de alguna cátedra, o bien investigadores que no llevan a cabo trabajo docente en este nivel.

"Los Biólogos tienen una preparación deficiente con una pseudo-orientación hacia la investigación científica y con un escaso entrenamiento en los diversos aspectos de la actividad profesional". (Barrera y Ayala-Castañares 1973).

Por las razones anteriores, es importante señalar la necesidad de establecer programas y metodologías de enseñanza alternativas en nuestro sistema educativo, para vincular la práctica profesional con la preparación de los alumnos.

#### vi) Corrientes Didácticas en la Educación Formal.

Para comprender la importancia de la didáctica es necesario considerar que la escuela tiene un papel fundamental en el desarrollo de las sociedades, ya que a través de ella, se transmite, conserva y promueve la cultura de un pueblo.

Casi siempre cuando se presentan problemas relativos a la

calidad de la enseñanza, al aprovechamiento escolar, etc. se habla del papel que los profesores o alumnos asumen, sin cuestionar a la escuela misma, sus normas, su aislamiento social, los requisitos que impone etc., es decir, se desconoce la forma en la que la institución influye en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto debe reconocerse a la educación como un hecho social que desarrolla en profesores y alumnos la conciencia y responsabilidad de sus propias acciones y de los límites que socialmente tienen.

Al reconstruir los momentos históricos por los que ha atravesado la conceptualización de la educación, y por ende la didáctica, se llegó a la elaboración de corrientes teórico-metodológicas de educación.

En este trabajo se describen brevemente dichas corrientes poniendo mayor énfasis al de la Didáctica Crítica, que es la corriente en la cual se enmarca el presente estudio.

#### Escuela Tradicional:

También conocida como enciclopedismo, se remonta al siglo XVII. Su surgimiento coincide con la ruptura de los reinos, la constitución de los estados nacionales y el surgimiento de la burguesía; los pilares de este tipo de escuela son, el orden y la autoridad (autoritarismo) personificadas por el maestro, dueño del conocimiento y del método, además refuerza la disciplina entendida como freno al desarrollo social. "Esta escuela es altamente verbalista, convierte al profesor en el mediador entre el alumno y el conocimiento". (Fanza, 1985).

### Escuela Nueva:

Es una respuesta a la escuela tradicional. En ella se da un giro de 180º ya que ahora la atención está básicamente orientada hacia el alumno y no al profesor. Este movimiento surge a principios del siglo XX, donde la misión del educador es crear las condiciones de trabajo que permitan al alumno desarrollar sus aptitudes. "los puntos importantes a tomar en cuenta en esta escuela son: el desarrollo de la personalidad, la liberación del individuo y el desarrollo de la actividad creadora". (Panza 1981).

De las críticas que recibió la escuela nueva, la principal es que olvida el valor formativo del trabajo y del esfuerzo, además de que no toma en cuenta los intereses sociales e institucionales, afirmando que el problema educativo no es pedagógico sino político.

### Escuela Tecnocrática:

Este modelo ha tenido una gran influencia en las instituciones de nuestro país, se refiere a la modernización educativa de América Latina desde los años 50s. Aquí, la educación deja de ser considerada como una acción histórica y socialmente determinada, es descontextualizada y se universaliza.

Se apoya en la Psicología conductista, la cual da gran importancia a la conducta observable. Se resalta también el carácter instrumental de la didáctica, presentándola como técnica, instrumental y neutral, esta escuela no logra superar el modelo tradicional.

De la crítica a la tecnología educativa, surgen alternativas interesantes y prometedoras que pretenden retomar la educación como un proceso histórico y socialmente condicionado, asimilando el concepto de institución. dichos movimientos se inscriben en la Didáctica Crítica.

#### vii) Didáctica Crítica.

A mediados del siglo XX surge una pedagogía que cuestiona radicalmente los principios de las escuelas tradicional, nueva y tecnocrática. pronunciándose por la reflexión colectiva entre maestros y alumnos para resolver los problemas que los atañen en conjunto; esto implica, criticar la escuela, sus métodos, sus relaciones, etc.

Se puede considerar como una corriente unificadora ya que toma conceptos como la AUTORIDAD (no autoritarismo), declara que el problema de la educación no es técnico sino político, incorpora también elementos del psicoanálisis y del análisis de las relaciones sociales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta escuela se basa fundamentalmente en la teoría constructivista de Piaget. Para la Didáctica Crítica, el análisis institucional es muy importante ya que permite sacar a la luz la dimensión oculta y sin embargo determinante del hecho educativo. Se reconoce a la escuela como una institución social regida por normas que intervienen en la relación maestro alumno en el marco institucional. Bajo esta última estructura es posible cambiar la organización y técnicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La necesaria renovación en la enseñanza implica un proceso de concientización de profesores, alumnos e instituciones en diversos niveles.

La Didáctica crítica se apoya en un marco de referencia que responde a las expectativas de la práctica profesional y a las demandas de la sociedad en su conjunto.

En ella los programas de estudio deberán ser considerados como dinámicos y en continuo cambio, cuyo objetivo radica en mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y a su vez deben reflejar el propósito que persigue el plan de estudios en el cual están insertos.

Los programas de estudio desde este punto de vista son: "propuestas de aprendizajes mínimos que el alumno debe alcanzar en un determinado tiempo" (Panza 1985).

La Didáctica Crítica propone los siguientes criterios para la elaboración de los programas de estudio.

1. Parte del análisis del marco de referencia, que es variable para las diferentes disciplinas e instituciones.
2. Contempla la relación del programa con el plan de estudios:
  - a) Continuidad
  - b) Secuencia
  - c) Integración
3. Análisis de la disciplina
4. Análisis de la Práctica profesional
5. Análisis de la situación concreta de docencia
6. Trabajo en equipo
7. Selección de objetivos

Cuando nos referimos a la relación que un programa de asignatura debe tener con el plan de estudios de una carrera determinada, necesitamos revisar los tres conceptos específicos que la didáctica crítica proporciona para tal efecto. Así:

**Continuidad.**- Es la relación vertical que existe entre los cursos que conforman el currículo o entre los temas de un programa. Proporciona los elementos esenciales, dando las bases para aprendizajes posteriores, por ejemplo en el caso de la Microscopia, es necesario que el alumno conozca temas de física como tipos de lentes, comportamiento de la luz, reflexión y refracción etc. o para poder entender el proceso de centrifugación es importante tener antecedentes de fuerza centrípeta, centrífuga, densidad de un cuerpo etc.

**Secuencia.**- También se trata de una relación vertical cuya base es la continuidad: resalta los contenidos básicos del programa, evita omisiones y no cae en la repetición, fundamentalmente se basa en los aprendizajes. Esto se refiere en términos generales a la profundidad y aplicación con que se abordan los temas en cada curso. Por ejemplo: en química general se estudia el tema de soluciones, en fisicoquímica se retoma cuando se explican las propiedades coligativas y en Biología Celular se aplica para entender conceptos de Difusión y Tonicidad celular.

**Integración.**- Es una relación horizontal y consiste en unificar los contenidos temáticos estudiados durante el ciclo escolar, de tal manera que no queden aislados los conocimientos de una asignatura con los de otra. Por ejemplo: En Biología Celular se estudian organelos celulares tales como mitocondria y cloroplasto desde el punto de vista anatómico y fisiológico pero en este mismo semestre se imparte la asignatura de Bioquímica donde se analizan a fondo las reacciones químicas y ciclos metabólicos que se llavan a cabo en dichos organelos. (ver fig.4)

# Didáctica Crítica

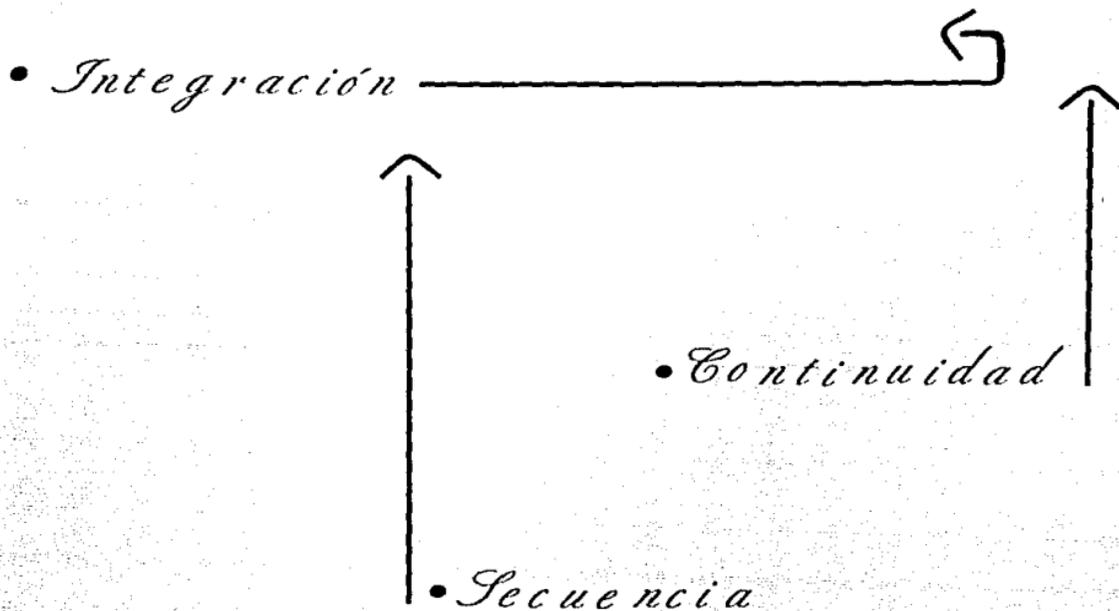


fig. 4 Criterios para la elaboración de programas de estudio que contempla la Didáctica Crítica.

Estos criterios deberán de tomarse en cuenta tanto en la relación del programa con el plan de estudios como cuando se decida el orden de las unidades temáticas que los componen.

El análisis de la asignatura, se hace por parte de los maestros y diseñadores del programa a fin de abordar los diferentes aspectos que la conforman. Dicho análisis debe contemplar el marco conceptual y metodológico requerido y considerar los siguientes puntos:

-Abordar aspectos básicos y generales de la asignatura (Biología Celular) que sean formativos para el desempeño profesional.

-Se contempla que los contenidos estén vinculados con los objetivos del plan de estudios y con las asignaturas que lo conforman.

-Que los contenidos estén actualizados, e incluir aquellos que el alumno debe manejar antes de cursar una asignatura, en nuestro caso Biología Celular.

"Los contenidos de una asignatura no están determinados por el azar, sino que tienen una razón que justifica la inserción de los mismos de acuerdo con los fines que persiga la carrera". (Islas 1989).

Con respecto a la práctica profesional según Glazman e Ibarrola 1983 (en Hayashi 1989) el definir las actividades profesionales es importante para el análisis o diseño de un plan de estudio porque constituye el aspecto concreto del ejercicio de una profesión.

Además, la práctica profesional deja de manifiesto el contexto real de conocimientos que el profesional adquirió, y ahora tiene que aplicar concretamente en cualquier dependencia

donde preste sus servicios.

Tomando en cuenta el criterio del análisis de la situación concreta de docencia, se puede decir que es menester del maestro llevar a los alumnos a analizar los conceptos básicos de la asignatura e introducirlos en la investigación. Procurara además interesarse en los problemas de aprendizaje de sus alumnos y resolverlos.

Para realizar el análisis de la situación concreta de docencia, en el marco de didáctica crítica es importante considerar: (Según Islas 1986).

1) En relación con el maestro:

- El tipo de nombramiento que tiene: profesor o investigador de tiempo completo, medio tiempo, profesor de asignatura, ayudante etc.
- Experiencia para impartir el curso

2) En relación con el alumno:

- Hacer seguimientos para determinar el perfil de conocimientos, índices de acreditación, deserción, no acreditación y recuperación (posibilidad de acreditar una materia ya sea por haberla recurrido o por acreditar el examen extraordinario)

3) En relación con la infraestructura:

- Es adecuado el estado y organización de los laboratorios?
- Es adecuada la disposición de las aulas?
- Es adecuado el estado del equipo?

Para lograr todo esto, es fundamental que el maestro desarrolle cursos teórico-prácticos y que en caso de tener ayudante sea formador de este.

En la medida en que se tenga un plan de trabajo organizado, que se cuente con la infraestructura adecuada en el laboratorio y una asesoría constante por parte del profesor, el cual será un receptor abierto para aclarar dudas, escuchar y retroalimentar al grupo, se logrará que el alumno pueda involucrarse en la investigación de un problema.

"Con respecto al trabajo en equipo, mucho se habla de que es una contribución enriquecedora por parte de los integrantes del mismo, de la misma manera en el diseño de programas de estudio se requiere de un grupo de personas que aporten sus habilidades, conocimientos y experiencias". (Islas 1986).

La determinación de los objetivos del currículo por su parte, permite lograr la continuidad, secuencia e integración tanto en el plan de estudios como en el contenido del programa.

La diferencia principal entre la Didáctica Crítica el enciclopedismo y la tecnocracia educativa, se fundamenta principalmente en el marco de referencia así como en la interpretación y aplicación que los profesores hacen de los programas de una asignatura.

#### viii) La Teoría de Piaget y sus Consecuencias en la Educación.

En el presente trabajo se elige esta teoría porque, Piaget es uno de los psicólogos que aborda problemas de educación, además de que la Didáctica Crítica se basa en muchos conceptos de la misma: una tercera razón es que dicho autor no desconoce la metodología científica ya que parte de su formación fue como Biólogo.

Se suele afirmar que el aprendizaje es un proceso dirigido

exteriormente por los adultos, pero para Piaget la explicación del proceso de aprendizaje tiene dos componentes.

"La asimilación.- pertenece al nivel orgánico-biológico; es la incorporación de elementos exteriores del organismo, que son modificados según las estructuras orgánicas".

"La acomodación.- pertenece al plano psicológico, un objeto externo es también incorporado y modificado pero de una manera funcional, es decir, la asimilación de los objetos exteriores se incorpora a los esquemas de acción del sujeto". (Ginsburg H 1981).

Piaget llamó al interjuego de asimilación y acomodación con el término genérico de adaptación; así el proceso de aprendizaje es una adaptación, esto es que el individuo llega a conocer el objeto que es capaz de asimilar: el objeto que gracias a la acción ejercida sobre él pueda incorporar a sus esquemas de acción.

El aprendizaje es adaptación, pero no una adaptación mecánica, el sujeto interviene activamente para aprender, modificándose y modificando el medio. (Ver fig. 5a,5b). En otras palabras, "aprender es un proceso complejo y laborioso que se efectúa en el sujeto mismo y que se manifiesta como modificación de la conducta". (Palencia 1987).

La acción de aprender presupone una serie de fenómenos que han ocurrido ya en el interior del sujeto; él no aprende por que le digan las cosas y ni siquiera por que se las muestren, aprende porque actúa sobre ellas y las vive. Cuando se aprende, el sujeto presenta cambios en la percepción de las cosas y de las personas, en sus actividades y sobre todo en sus actitudes con los demás.

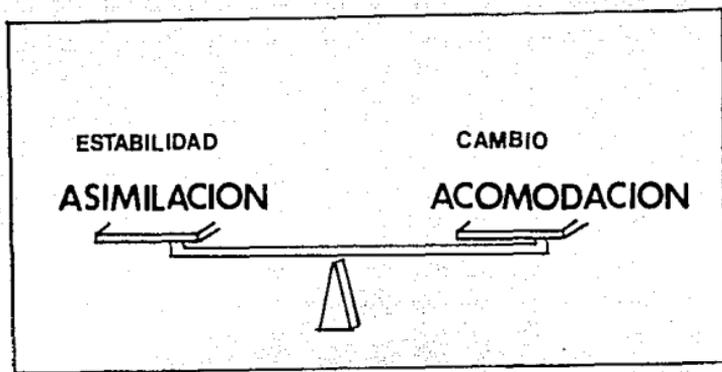


fig. 5a. Componentes del aprendizaje según Piaget

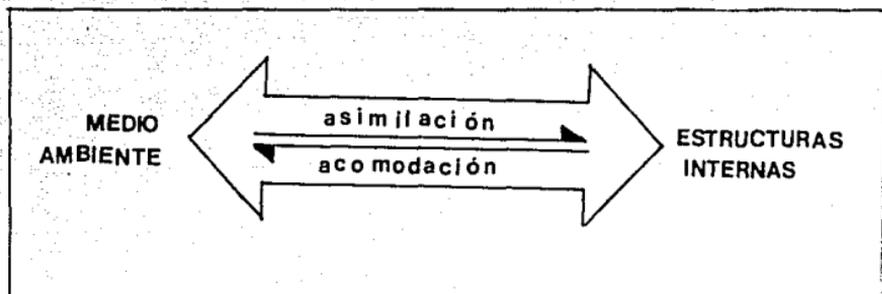


fig. 3b. Interjuego de asimilación-acomodación  
"adaptación" (tomado de Lawinobicz 1980)

La teoría de Piaget es dinámica; pensar es actuar, porque pensar es:

"- asimilar los hechos de la experiencia, a los esquemas intelectuales de acción, por ejemplo: clasificar hojas, animales, corales, etc.; construir operaciones mediante la reflexión interior, por ejemplo: deducir de una teoría del aprendizaje, las aplicaciones didácticas." (Piaget en teorías del aprendizaje 1978).

Aprender es comprender y comprender es inventar, esto será necesario si se quiere formar individuos capaces de producir o de crear y no solamente repetir.

En esta sección se consideran también algunas implicaciones de los puntos de Piaget sobre la educación. A pesar de que dicho autor apenas ha tocado los problemas pedagógicos, es evidente que sus teorías son muy importantes en las prácticas educativas. Si las investigaciones de Piaget son explotadas de manera idónea podrían ser valiosas para los educadores, planificadores y programadores de la enseñanza. Algunos de los principios generales que surgen de las investigaciones psicológicas de Piaget y que tienen influencia en el ámbito de la enseñanza, se enuncian a continuación.

#### **Diferencias entre maestros y alumnos**

Una de las propuestas es que los maestros y alumnos son diferentes entre sí, en cuanto a su pensamiento y lenguaje, es decir, que el educador no puede suponer que lo que es válido para él, lo sea necesariamente para el alumno; por ejemplo: lo que para el primero es evidente y sencillo, no lo es para el alumno,

en resumen, no se puede generalizar al alumno las experiencias del maestro.

No existen reglas o procedimientos fáciles que el educador pueda utilizar para comprender al alumno, lo que se necesita es una sensibilidad considerable, es decir, atender escrupulosamente sus actos y eliminar el prejuicio de lo "trivial".

Por otra parte es necesario establecer un contacto flexible con el alumno, con esta actitud de apertura y observación el educador podrá empezar a comprender y adaptar la experiencia pedagógica a las necesidades concretas del grupo.

#### Actividad

Quizá lo más importante que puede deducir un educador de la obra de Piaget, es que el alumno aprende a partir de las actividades concretas, es decir, Piaget concede el máximo de importancia al papel de la actividad (entendida como el interjuego entre la actividad mental y la actividad física), en el desarrollo intelectual de los individuos.

El hombre debe actuar sobre las cosas para comprenderlas. Esta comprensión puede desembocar o no en un nivel verbal, ya que esto exige un largo periodo de tiempo para que el conocimiento forme parte del pensamiento, y más adelante expresar en un nivel verbal, su interacción con el mundo. Cuando el maestro intenta pasar por encima de este proceso, imponiendo los conocimientos solo en una forma verbal, el resultado suele ser un aprendizaje superficial. En contraste promoviendo la actividad en clase, el maestro puede explotar el potencial de sus alumnos para permitir una comprensión del mundo que les rodea; esto sugiere

proporcionar al alumno una amplia variedad de materiales o eventos sobre los que pueda actuar.

La aceptación de este principio, requiere de la reorientación de las creencias antiguas sobre la educación. Los maestros suelen considerar que el objetivo de la educación es impartir conocimientos; según Piaget este concepto es erróneo por dos razones:

primero.- los maestros en realidad pueden enseñar muy poco, es decir, pueden hacer que el alumno repita cosas pero estas verbalizaciones indican muy poco de la comprensión real.

segundo.- rara vez es legítimo concebir el conocimiento como una cosa que puede ser transmitida. La tarea del maestro consiste pues, no sólo en transmitir los hechos o conceptos sino en hacer que el alumno actúe a niveles físicos y mentales.

Estructura cognoscitiva, experiencia nueva y autorregulación:

La teoría de Piaget señala la interacción de las estructuras cognoscitivas actuales y de las nuevas experiencias para llegar a la comprensión de las cosas (asimilación y acomodación).

Una manera de hacerlo consiste en promover los intereses de aprendizaje de los alumnos, presentando una experiencia conocida pero que al mismo tiempo sea lo suficientemente novedosa para generar incongruencias y conflictos. La afirmación de Piaget es que se propicie el interés del alumno al presentarle una experiencia moderadamente nueva, pero esta no será tan radicalmente nueva, como para no ser asimilable a una estructura cognitiva habitual y no es tan habitual para dejar indiferente al alumno.

Si tomamos en cuenta estos principios se podría llegar a cambios muy importantes en la práctica escolar. Estos principios exigen que en el aula escolar se debe prestar atención al individuo y al grupo ya que existen profundas diferencias individuales entre los alumnos y es poco probable que una determinada lección suscite el interés en todos los miembros de la clase. Para promover el aprendizaje, el maestro debe adaptar el programa no sólo al grupo sino a los individuos; esto significa que el grupo debe trabajar con programas propios en donde se le permita libertad en su aprendizaje.

#### Limitaciones y oportunidades

Existen ciertas limitaciones sobre lo que el alumno puede aprender; su pensamiento se desarrolla a través de una serie de etapas que muestran los puntos débiles y fuertes.

El desarrollo intelectual es un proceso progresivo, las estructuras mentales nuevas surgen de las antiguas mediante procesos duales de asimilación y acomodación.

Aunado a las estructuras nuevas, el alumno intenta asimilarias dentro de su marco mental.

El desarrollo mental es algo más que una simple acumulación de experiencias aisladas, es un proceso jerárquico sobre el cual se construyen adquisiciones posteriores y que al mismo tiempo se expande sobre las experiencias previas.

Uno de los aspectos de la teoría de las etapas de Piaget es que en cada etapa de desarrollo el alumno es capaz de adquirir ciertas formas de pensamiento y ha desarrollado espontáneamente nociones de realidad. Por tanto el maestro debe medir la capacidad de sus estudiantes, realizando esta valoración, es muy

probable que existan amplias diferencias individuales con respecto a la comprensión de cualquier concepto, así mismo, no debe dar gran importancia a los exámenes de aprovechamiento estandarizados, porque Piaget ha demostrado que las respuestas verbales suelen ser superficiales y no indican fielmente una real comprensión.

### Interacción social

Desde el punto de vista de Piaget, la experiencia física y la manipulación no son las únicas formas de aprendizaje; otro tipo de experiencia que conduce a la comprensión del entorno es la experiencia social o interacción con otras personas, ya sean sus compañeros o profesores. Cuando un alumno habla a otro comprueba que existen otras maneras de considerar las cosas. La interacción conduce inevitablemente al conflicto y a la discrepancia: el sujeto tiene que defender sus argumentos e ideas, y justificar sus opiniones, al hacerlo, se ve forzado a aclarar sus pensamientos. Si desea convencer a los demás de la validez de sus propios puntos de vista, debe expresar sus ideas de manera clara y lógica, las interacciones sociales son por tanto un componente cognoscitivo importante. "La experiencia social no solo ayuda a las personas a agruparse con los demás en un nivel emotivo, sino que también sirve para aclarar el pensamiento de una persona y además para que sea más coherente y más lógica" (Ginsburg 1981).

En ambos tipos de experiencia, la física y la social, el maestro tiene que ayudar al alumno a desarrollar su potencial de actividad.

Hemos revisado algunas de las consecuencias más importantes de la teoría de Piaget dentro del área escolar. A pesar de que él no haya concentrado su atención en estos temas podemos hacer brotar de su teoría un cierto número de principios generales que pueden orientar las técnicas educativas.

La contribución de Piaget no ha sido elaborar nuevas ideas pedagógicas, sino proporcionar un amplio conjunto de elementos y de teorías que brindan una base sólida para la orientación progresiva del acto educativo.

"El principal objetivo de la educación consiste en formar personas que sean capaces de hacer cosas nuevas y no simplemente repetir lo que otras generaciones han realizado. Se necesitan hombres que sean creadores, que estén plétóricos de inventiva y sean capaces de descubrir algo original. El segundo objetivo de la pedagogía consiste en formar mentes críticas, ávidas de licor de la verdad y que no estén dispuestas a aceptar gratuitamente todo lo que se les ofrece. Necesitamos para ello alumnos activos capaces de aprender por sí mismos, en parte gracias a su actividad espontánea y en parte también, a través de los datos que les brindemos; alumnos que aprendan rápidamente a distinguir entre lo que es verídico y lo que es gratuito. (Piaget, en Ginsburg 1981).

## 2. TRABAJO DE CAMPO

### a) Análisis del Programa de Biología Celular de la Facultad de Ciencias de la UNAM, semestre 90-2

El objetivo de hacer un análisis de la estructura y contenidos del programa teórico-práctico vigente en la asignatura de Biología Celular y su relación con los métodos, técnicas e instrumentos que se manejan en este curso, es dar elementos para proponer una alternativa didáctica en donde se ubique en su justa dimensión a la parte práctica del curso, que en conjunto con la teoría, proporcionan al alumno capacidades y habilidades que le serán útiles en el desempeño profesional.

Antes de empezar este análisis es importante diferenciar entre lo que se entiende por disciplina y por asignatura, para así partir de una definición clara del objeto a analizar.

De acuerdo con Islas (1989), una asignatura es el conjunto de conocimientos básicos que se relacionan y emplean en un proceso de enseñanza aprendizaje. Este conjunto de conocimientos es seleccionado de una disciplina. Disciplina a su vez es el conjunto de conocimientos en construcción permanente que se genera como producto de la investigación científica.

#### 1) Programa Teórico y Programa Práctico.

#### Situación y características de la asignatura

Recordemos que una de las características principales de la Didáctica Crítica es que se basa en un marco de referencia específico y propio de cada institución educativa, grupo social, disciplina, y asignatura de que se trate; a continuación se

describe de manera general la situación específica de esta asignatura en la Facultad de Ciencias:

Biología Celular es una asignatura obligatoria dentro del plan de estudios de la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Se imparte en el tercer semestre de la carrera como un curso teórico-práctico, con 9 horas semanales y tiene un valor curricular de 12 créditos.

Esta asignatura tiene un carácter integrativo indudable que conjunta y articula conocimientos teórico-metodológicos de diferentes disciplinas como Bioquímica, Fisiología y Genética entre otras, para esclarecer la estructura y función de la célula.

Además en Biología Celular conluyen materias antecedentes del área como son: Química General, Física General, Matemáticas I cursadas en el primer semestre, Química Orgánica, Fisicoquímica, Matemáticas II y Biología General I, en el segundo semestre, y Bioquímica como asignatura complementaria en el tercer semestre. A su vez esta asignatura sirve de base a cursos posteriores como: Genética, Fisiología Animal, Fisiología Vegetal, Embriología, Origen de la Vida, Biología General II (evolución), y Biología Molecular entre otras; lo anterior destaca su importancia dentro de todo el plan de estudios. (ver fig. 6)

Por las características de esta asignatura, es necesario que los contenidos temáticos de cursos anteriores relacionados con Biología Celular, hayan sido revisados y comprendidos lo mejor posible; por ejemplo: en el caso de fisicoquímica, es importante

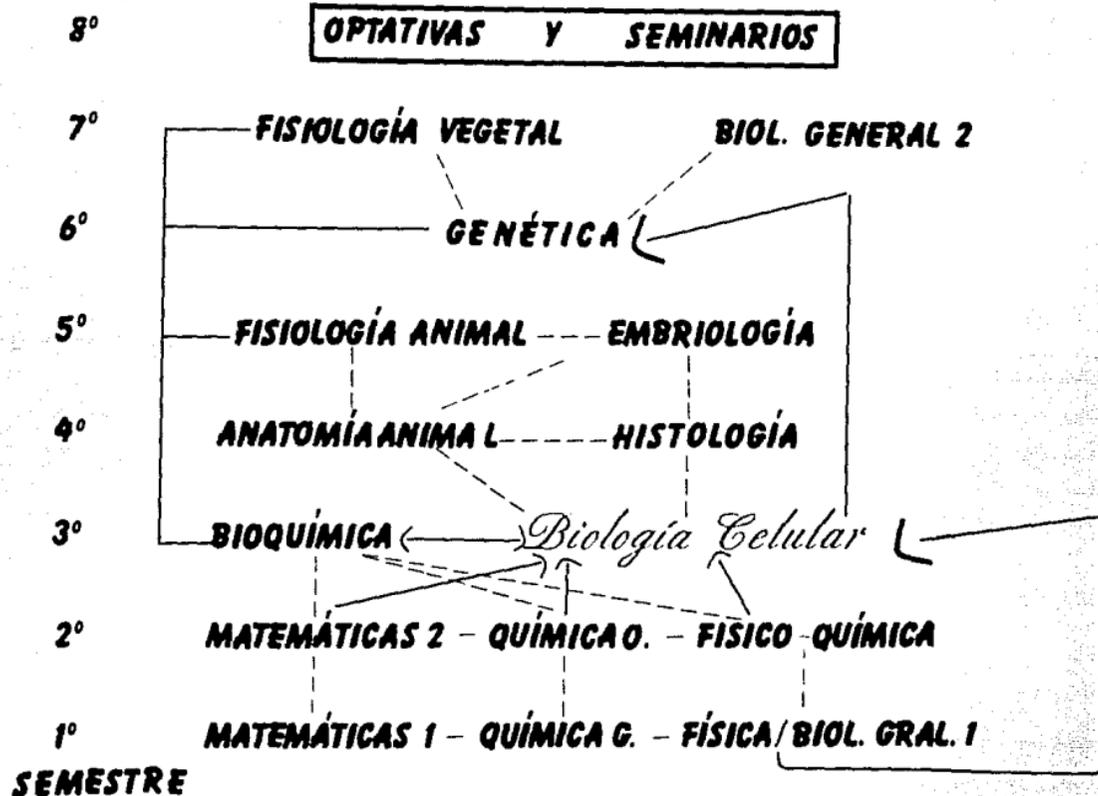


fig. 6 Ubicación de Biología Celular en el currículo del Biólogo y su relación con otras asignaturas del área.

comprender el tema de soluciones para entender el efecto que tienen diferentes tipos de medios, sobre la célula, e integrarlo con procesos de difusión y osmosis que se enseñan en Biología Celular, y en donde por cuestiones de tiempo y del alto contenido temático del programa es prácticamente imposible cubrir estas carencias. "La falta de seriación administrativa repercute directamente en el aprendizaje de los alumnos, dejando grandes lagunas entre algunos contenidos temáticos o bien distorsionando el conocimiento". (Lopez de la Rosa + 1989 )

Por otro lado en esta materia se utilizan métodos, técnicas, e instrumentos que requieren de instalaciones y material adecuados para facilitar la comprensión de los contenidos temáticos del curso.

#### Organización y estructura del programa

En lo que se refiere a la organización del programa teórico, (ver anexo B) primeramente se destaca que en este, no se exponen los objetivos del curso, lo cual propicia una pérdida de relevancia del acto educativo ya que es necesario delimitar con precisión los aprendizajes mínimos que se pretenden lograr en un curso y que representan la finalidad con la cual, profesores y alumnos tendrán que trabajar, estas pueden ser de diferentes tipos, "Dichas finalidades pueden expresarse en forma de objetivos o problemas eje, que llevan implícito un concepto de aprendizaje y de conocimiento. Es importante que dichos enunciados expresen con claridad lo que se pretende que los alumnos aprendan". (Fanza 1965).

Además, la carencia de objetivos claramente definidos en el programa, puede perder a los profesores y alumnos por la falta de

"timón" que oriente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Un problema que se ha presentado como consecuencia de esto, es que en ocasiones se muestra a los alumnos un panorama parcial de la información, ya que cada profesor puede abordar ciertos temas con mayor o menos profundidad que otros, esto depende en general de los intereses, preferencias o campo de estudio al que se dedique el docente, o bien por no conocer en detalle algunos de los temas. En el momento de expresar los objetivos en el programa, se centran los intereses tanto del maestro como de los alumnos.

Este programa es muy extenso para el tiempo de que se dispone en un curso semestral; consta de 4 capítulos, divididos en temas y éstos a su vez en subtemas; los primeros tres capítulos se refieren a la parte teórica del curso y el último está constituido por la serie de métodos empleados en el estudio de la célula. Algunos de estos métodos se revisan y desarrollan en el laboratorio que se imparte simultáneamente con los contenidos teóricos.

En la parte final del programa existe un apartado que proporciona al alumno la citas bibliográficas generales y particulares para consultar durante el curso.

A este respecto, se puede observar que la forma en que se presentan dichas citas, corresponde a la tecnocracia educativa ya que en un cuadro se escriben los nombres de los temas y subtemas, los nombres de los libros de consulta, el idioma en el que están escritos, los capítulos y hasta las páginas donde se encuentra ubicada la información a buscar.

También se presenta un listado de artículos científicos de difusión que en su mayoría corresponden a 1 o 2 colecciones como Scientific American y Mundo Científico.

El proporcionar al alumno una bibliografía tan específica puede tener una doble consecuencia, por un lado proporcionarle los conocimientos básicos necesarios para aprobar la asignatura, pero por otro, limita la capacidad de conseguir información y en cualquier carrera es importante fomentar en el alumno la inquietud por conocer cada vez más y de diferentes fuentes de información (tanto de divulgación como artículos científicos).

Con lo anterior no se quiere decir que la bibliografía propuesta sea inadecuada, todo lo contrario, constituye la información básica que el alumno debe conocer, pero el indicar el número de páginas donde se encuentra la información, impide al alumno despertar su interés por profundizar en algún tema con bibliografía más especializada o bien más actual.

Con respecto al programa de laboratorio, (ver anexo C) , este todavía no está aprobado por el consejo departamental de Biología, pero existe como una propuesta real de los profesores de la academia de Biología Celular.

La estructura de dicho programa, guarda una estrecha relación con los contenidos teóricos del curso. Está dividido en dos partes fundamentales:

1. Técnicas .- donde se proporcionan los elementos metodológicos para involucrarse con el estudio de la célula, es decir algunos de los métodos de estudio en Biología Celular.

2. Fisiología Celular.- prácticamente se refiere a la aplicación de los métodos y técnicas sobre problemas concretos,

esbozados a manera de prácticas.

Existen prácticas obligatorias ya que es necesario que el alumno obtenga un mínimo de conocimientos y hay otras que a pesar de no tener carácter de obligatorias complementan y ejemplifican la información básica, el carácter de opcionales entonces se plantea con base en el escaso tiempo de que se dispone para cubrir el programa del curso, sin embargo se trata de cubrir un mínimo de técnicas y prácticas sobre funciones celulares, que sea representativo en el conocimiento básico sobre Biología Celular.

#### Contenidos temáticos

##### Programa Teoría:

En cuanto a los contenidos teóricos, siguen una secuencia y continuidad adecuadas, ya que se revisa desde los antecedentes y generalidades de Biología Celular, hasta temas de integración como el de diferenciación celular, pasando por Teoría Celular, que es fundamental en el estudio de la célula. También se estudia el origen, evolución y estructura de procariontes y eucariontes, así como la diversidad de los seres vivos ya que todos están compuestos por células.

Los temas son básicos en su mayoría y siguen una corriente enciclopédica debido a la gran cantidad de información que se pretende que el alumno memorice.

Dentro del estudio de la célula, se analiza la relación que existe entre la estructura y la función de la misma, sus componentes (organelos celulares) y su relación con el medio. Aquí se estudia, la Pared Celular, Membrana Celular (modelos,

composición, y funcionamiento) movimiento celular interno (citoesqueleto) externo (cilios y flagelos).

Se estudian además los sistemas membranosos internos como retículo endoplasmico, dictiosoma, (aparato de Golgi), lisosomas y microcuerpos (glioxisomas y peroxisomas).

Por otro lado se revisan los organelos generadores de energía (mitocondria y cloroplasto) desde su biogénesis, hasta su estructura y función (sin abordar a profundidad aspectos bioquímicos), aunque si se tocan de manera general, ya que esto es abordado con mayor profundidad en Bioquímica.

Así se llega al tema de núcleo, como uno de los organelos a tratar en el estudio de la célula, revisando, su estructura, (envoltura nuclear, cromatina y estructura del cromosoma, nucleolo y nucleoplasma) y función.

Las bases anteriores, sirven como fundamento para que el alumno entienda los siguientes temas, que son de integración y que forman la parte final del programa como son: Ciclo Celular, (revisando todas sus fases con los eventos Bioquímicos que suceden y que distinguen a cada una de ellas). Otro de estos temas es el de regulación genética en procariontes y eucariontes así como el de diferenciación celular.

El último tema lo constituye un apartado en donde se revisan aspectos de relativa actualidad que pueden proporcionar una visión más real de la aplicación de la Biología celular en diferentes líneas de trabajo, como son: Cáncer, Inmunología, Envejecimiento celular, e Ingeniería Genética.

### Programa Laboratorio:

Como ya se mencionó anteriormente el programa de laboratorio incluye 2 partes que a continuación se describen.

1) Parte TECNICA.- en ella se revisan los conceptos básicos de diferentes técnicas como: Microscopia, tanto óptica como electrónica, con sus diferentes modalidades; que ayudan a conocer las estructuras de las células así como la gran diversidad de estirpes celulares existentes, técnicas de calibración de aparatos en los cuales se incluye micrometría, también se utiliza la cámara de Neubauer o hemocitometro para conteo celular con su aplicación en diferentes áreas; Centrifugación para estudiar fraccionamiento celular y por último espectrofotometría, para determinar el espectro de absorción y la concentración de una sustancia en solución.

Estos métodos de estudio de la célula ayudan en la elaboración de las prácticas posteriores.

Además, en el programa se puntualiza que debe existir una capacitación continua de los alumnos en el manejo de material de cristalería, preparación de soluciones y manejo de instrumentos de medición para el mejor desempeño de las prácticas.

II FISIOLOGIA CELULAR. En la segunda parte de este programa, se plantean cuatro aspectos de fisiología celular con problemas concretos por resolver, en donde pueden ser aplicadas las herramientas técnicas conocidas y utilizadas con anterioridad y al mismo tiempo reforzar los conocimientos teóricos estudiados. Los temas propuestos para estas prácticas son:

Membranas	a) Permeabilidad (Difusión y osmosis) b) Transporte (mecanismos) c) Superficie Celular
Organelos	a) Mitocondria (respiración) b) Cloroplasto (fotosíntesis) c) Lisosomas
Núcleo	a) Mitosis b) Meiosis
Diferenciación Celular:	
	a) Cultivo de tejidos vegetales b) Cultivo de linfocitos

(con estas últimas prácticas de integración se puede evidenciar, el ciclo, diferenciación, envejecimiento y muerte celular)

Es indudable la relación que guardan las prácticas planteadas en el programa de laboratorio con los contenidos teóricos del curso, además existe una articulación real con el plan de estudios de la carrera.

Las prácticas que se proponen, cubren diferentes temas del programa y además permiten desarrollar distintas técnicas de laboratorio.

En la sección de membranas, se estudian fenómenos como osmosis y difusión y mecanismos de transporte, directamente en las células y con las técnicas empleadas en Biología Celular.

De la parte de organelos generadores de energía, se propone solo una práctica obligatoria a escoger entre Fotosíntesis y Respiración debido sobre todo a que se emplea el mismo fundamento teórico (proceso de aceptores de electrones en la cadena de transporte de electrones, respiratoria o fotosintética).

En cuanto a núcleo y diferenciación celular, las prácticas que se proponen, como cultivo de linfocitos o cultivo de células vegetales se manejan como opcionales, aunque cabe mencionar que dichas prácticas son por demás integrativas, pero para su

realización requieren de por lo menos una semana corrida debido al tipo de técnicas, aparatos y material que se utilizan en ellas.

Me parece que es importante indicar la razón de la preocupación en cuanto al tiempo de trabajo en el laboratorio, ya que en la mayor parte de los casos se cuenta con una sesión de 3-4 hrs a la semana de laboratorio y ocasionalmente una hora más para dar las explicaciones de la práctica.

Considerando que el "semestre" es de 4 meses, solo se cuentan con 16 clases (de 3 h c/u) y no de 20 sesiones como lo indica el calendario para la realización de prácticas, sin tomar en cuenta, los días que no se labora por paros, huelgas, días de asueto u otras actividades universitarias.

Por lo anterior no ha sido posible implementar todas las prácticas que se desea, sino por el contrario se realizan prácticas seleccionadas que cuenten con el tiempo necesario para su explicación, realización y discusión.

Para la realización de las prácticas, tanto técnicas como de integración (fisiología celular) se cuenta con un material de apoyo importante que es el manual de técnicas y prácticas de Biología Celular hecho por los mismos profesores de la academia y con revisiones periódicas de 1 a 2 años aproximadamente.

#### **Análisis de la práctica profesional**

Para realizar este análisis, se tomaron datos de las entrevistas realizadas en las diferentes instituciones de educación superior y de trabajos realizados con anterioridad y reportados en la Bibliografía.

En términos generales no se conoce el número de profesionales dedicados a Biología Celular, pero lo que sí se sabe, es que en su mayoría trabajan en la rama Biomédica y de Ciencias de la Salud por ejemplo en detección de cáncer, reproducción, transplantes, genética, inmunología, entre otros, (Bracamontes 1983).

Por otra parte es importante destacar que los egresados dedicados al estudio de Biología Celular, generalmente están laborando en Instituciones de investigación y docencia, y en pocas ocasiones prestan sus servicios en la industria (en control de calidad), dependencias gubernamentales, o en laboratorios clínicos, donde existe una competencia real con Químicos, Agrónomos o Técnicos.

Este fenómeno no es único de los estudiosos de la Biología Celular, sino que prácticamente el biólogo tiene en general problemas de inserción en el sector productivo de nuestro país y aun cuando colabore en el mismo, puede ser subemplado o desplazado por otros profesionales o técnicos.

De esta manera se presenta un panorama general, que permite relacionar el campo de trabajo con la enseñanza de Biología Celular en las Instituciones de Educación Superior, en particular en la Facultad de Ciencias.

#### Situación concreta de docencia

En la Facultad de Ciencias, en términos generales existe un sistema de enseñanza tradicional del tipo cátedra magisterial, ya que la mayor parte de los profesores imparten sus clases con discursos orales y se sirven del pizarrón para dar sus

explicaciones, además de que las evaluaciones son en su mayoría exámenes escritos, pero quizá, no sea del todo conciente por parte de los profesores ni de los alumnos. También se presenta cierta influencia de la tecnocracia educativa, debido a la programación previa de casi todas las actividades, pero en realidad constituye una mezcla en la que es difícil deslindar una corriente de otra.

La asignatura de Biología Celular está coordinada por una academia de profesores titulares y ayudantes que la imparten. En dicha academia existe un coordinador de materia cuyas funciones principales son académico-administrativas además de docentes, incluso se le da un apoyo económico de 8 hrs, por desempeñar este tipo de trabajo, además este coordinador se encarga de organizar cursos de actualización y superación académica para los profesores.

TITULARES			AYUDANTES		
Profesor	Plaza	Grado	Profesor	Plaza	Grado
1	Interino por horas	Licenciatura	1	Interino por horas	Licenciatura
2	Interino por horas	Licenciatura	2	Interino por horas	Licenciatura
3.	Interino por horas	Maestría	3	Interino por horas	Licenciatura
4	Interino por horas	Maestría	4	Interino por horas	P. de B.
5	Interino por horas	Maestría	5	Interino por horas	P. de B.
6	Profesor de carrera	Maestría	6	Interino por horas	P. de B.
7	Profesor de carrera	Doctorado	(dos de ellos imparten clase en dos grupos).		
8	Profesor definitivo	Doctorado			

Dicha academia se reúne periódicamente con el objeto de resolver los problemas que se presenten durante el semestre, y funciona como un verdadero equipo.

Se trabaja con grupos de 20 alumnos ya que sobre todo en el laboratorio es difícil manejar un grupo numeroso por el equipo (aparatos) utilizado. (esta cifra fue determinada por la academia). El número de grupos se ve modificado cada semestre por la demanda estudiantil, es decir, los alumnos tienen la opción de seleccionar el grupo al que quieren pertenecer, aunque cabe aclarar que en ocasiones esta elección se realiza con base en el horario y el profesor disponibles.

Sobre la infraestructura podemos decir que se trabaja en aulas laboratorio con la siguiente disposición el aula contiene 6 mesas hexagonales y un promedio de 25 sillas, sus dimensiones son de 6x10 m aproximadamente, con mesas de trabajo laterales que restan espacio, en estas mesas se encuentran las instalaciones de luz aire y gas; al fondo del aula se encuentran dos lavavos con sus respectivas tarjas, la iluminación y ventilación son adecuadas, las ventanas tienen cortinas para poder oscurecer el salón en caso de pasar proyecciones.

Además en todas las aulas se posee un pequeño almacén o laboratorio auxiliar en donde se guardan los reactivos, aparatos e instrumental que se necesitan en el curso, este almacén lo maneja una persona que es a su vez la encargada de proporcionar el material de trabajo a los alumnos y en ocasiones, sirve de apoyo técnico al profesor de laboratorio. El material y equipo es suficiente y adecuado aunque en ocasiones llega a deteriorarse por el uso, ya que el cuidado de este, está a cargo tanto de los

profesores como de los alumnos además de los laboratoristas, es decir, puede decirse que las condiciones de trabajo son buenas, aunque no óptimas y susceptibles de ser mejoradas.

Los profesores están ampliamente capacitados en la disciplina, mas aun, en algunos grupos el profesor titular alterna con el ayudante tanto en la sesión de teoría como en el laboratorio.

Por último es importante mencionar que la academia desarrolló un sistema de evaluación de profesores a través de un cuestionario que consiste de manera general de 2 partes, una para evaluar al profesor de teoría y la otra para evaluar al profesor de laboratorio. A ambos se les califican tres aspectos: a) preparación académica b) asistencia y c) relación maestro-alumno. (ver anexo D); este se aplica al final del semestre, para evitar la desconfianza de los alumnos. Los resultados de las evaluaciones se muestran en la siguiente reunión de la academia y sirven para mostrar la eficiencia o insuficiencia de los profesores durante el semestre que termina, estas evaluaciones se utilizan entre otras cosas para asignar un grupo que se solicite o bien algún permiso. Además de servir de retroalimentación para la academia.

Dicha evaluación se modifica periódicamente por parte de comisiones formadas por los mismos profesores de la academia.

#### Trabajo en equipo

En lo que se refiere al trabajo en equipo por parte de los alumnos, es importante mencionar que en esta asignatura es fundamental, ya que tanto en las investigaciones teóricas como en el desarrollo de las prácticas se requiere de este tipo de

trabajo.

En el laboratorio se trabaja en pequeños equipos que requieren la atención directa por parte del profesor para llegar a la integración del conocimiento, este sentido de equipo no debe ser solo entre los alumnos sino con el docente mismo, de tal forma que se llegue a ver al profesor como la parte coordinadora del equipo.

## b) DESCRIPCION Y ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE ENSEÑANZA EN DIFERENTES INSTITUCIONES DE LA UMAN.

En este apartado, se realiza la descripción y se anotan algunos comentarios de las entrevistas realizadas en diferentes escuelas y facultades dentro de la UNAM, con el fin de hacer énfasis en tres aspectos importantes para la enseñanza de asignaturas teórico-prácticas: el método de enseñanza, el análisis del programa y la práctica profesional.

Al final de las descripciones, se anexa la transcripción textual de dos de las entrevistas, como ejemplo del tipo de respuestas que se obtuvieron al aplicar el cuestionario.

### 1) Facultad de Ciencias

En esta institución se entrevistó a dos personas, primeramente un profesor de teoría y en seguida a un profesor de laboratorio, con respecto a los tres puntos expuestos anteriormente.

El concepto de enseñanza-aprendizaje, lo consideran como un proceso de comunicación eficiente entre el maestro y el alumno para que se puedan transmitir los conocimientos y en donde el que transmite es el maestro y el que obtiene dichos conocimientos es el alumno.

Así mismo consideran a la Biología Celular, como un eslabón para poder comprender niveles más elevados, "Es muy importante tomarla en cuenta como parte fundamental del currículum del Biólogo".

Los grupos con los que se trabaja son de 36 alumnos como máximo, pero esto varía dependiendo de la demanda que exista semestre con semestre. Con respecto al laboratorio, la estructura

es mínima pero suficiente.

En cuanto a la relación teoría-práctica, si existe dicha relación, sin embargo muchas de los temas de teoría, carecen de una práctica específica, debido principalmente a dos razones; la falta de material y aparatos y a que los maestros no están del todo capacitados para realizar prácticas específicas, por lo tanto se han tratado de englobar en el laboratorio, los principales puntos que se ven en teoría. Dentro de la evaluación, se le da el 50% de peso a la teoría y 50% a la práctica, aunque es más tiempo el involucrado en la teoría que en la práctica; es decir, los cursos aquí son más teóricos que prácticos.

La evaluación se realiza a través de exámenes y de considerar la participación de los alumnos.

La idea que se tiene de programa, es de una serie de temas, pero no solo un listado, sino contenidos que están involucrados con los objetivos que se pretende alcanzar. Es importante mencionar que en esta institución se nota un cambio en la concepción de los programas, tratando de vincularlos con objetivos concretos.

En el programa de laboratorio, se han establecido prácticas básicas es la formación de los alumnos, pero existe una renovación del manual con el que se cuenta, aquí se plantean nuevas prácticas o bien los problemas que presenta alguna de ellas y se realizan las modificaciones pertinentes o si es necesario se sustituye por una práctica nueva.

Además, actualmente se está elaborando un tipo de manual de técnica y aparatos, desarrollado por diferentes profesores de Biología Celular, donde se describen las técnicas más utilizadas

en el estudio de la célula.

Lo antes mencionado habla de la disposición de los profesores de esta institución por ir cambiando en la forma de impartir sus clases y romper con los modelos enciclopedistas que prevalecieron durante muchos años.

En cuanto a la práctica profesional, se refirieron a la importancia del manejo y utilización de aparatos y técnicas para estudiar diferentes fenómenos. Esto llama notablemente la atención si lo contrastamos con el hecho de que los cursos están básicamente enfocados a la teoría y no a la capacitación práctica de los alumnos. Al mismo tiempo se mencionó la importante incidencia de esta disciplina en el sector salud y en el área alimentaria.

#### iii) ENFERMERÍA (sistema tradicional)

Se realizaron dos entrevistas a profesores de los dos sistemas de enseñanza que se llevan a cabo en esta institución: el sistema tradicional y el sistema modular, para la carrera de Biología.

En primer término, se aplicó la entrevista al coordinador de la asignatura de Biología Celular en el sistema tradicional.

Con respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje, manifestó que éste es sumamente difícil y está convencido de que en esta institución se están haciendo esfuerzos para lograrlo, pero en realidad no aclaró a que se refería.

Considera que la materia de Biología Celular requiere de conceptos de otras asignaturas básicas como Física y Química.

En cuanto a la organización del curso, el cupo de los grupos

en general es de 35 personas, aunque puede variar principalmente en el turno vespertino.

Existe material suficiente para llevar a cabo las prácticas dentro del laboratorio, ya que la parte práctica del curso se desarrolla en pequeños cubículos, donde se reúnen los alumnos de un determinado equipo para elaborar las prácticas, con la asesoría de hasta tres maestros, un titular y dos ayudantes; entonces es posible que los alumnos se vayan ambientando al trabajo en equipo, en condiciones de un pequeño laboratorio. Además de las prácticas que están establecidas en el curso, los alumnos elaboran un trabajo semestral relacionado con Biología Celular.

También existe material bibliográfico suficiente, el cual está expuesto para que los alumnos lo consulten en el momento que lo soliciten.

Con respecto al programa manifiesto que este, "es una serie de conceptos o puntos a cubrir, en este caso de Biología Celular, principalmente conocimientos básicos que le pueden servir a los alumnos en sus cursos posteriores"

Los cursos son principalmente teóricos, pero la escasa preparación práctica les sirve a los estudiantes cuando se presentan a hacer servicio social, tesis o a trabajar en algún laboratorio; pero en general la vinculación de la teoría y la práctica en este curso es pobre.

En la evaluación se le da un peso de 30% al trabajo semestral, 20% a las prácticas y 50% a la teoría.

Con respecto a la práctica profesional, nuestro entrevistado considera que existe una pobre comunicación entre las necesidades

del país y lo que se desarrolla en las universidades. Por lo tanto piensa que el egresado de esta institución solo puede insertarse en el campo de la Biomedicina en el área de investigación.

### iii) ENEF IZTACALA (sistema modular)

La enseñanza aquí, se considera una estrecha relación con los alumnos, lo que facilita la obtención de los conocimientos, y se lleva a cabo utilizando diferentes tácticas.

Posteriormente se mencionó en que consiste el sistema modular, "el cual se creó con el objeto de formar biólogos que pudieran resolver problemas concretos; es decir, consiste en darles la información mínima que ellos requieren para resolver problemas. La idea es que la información que están adquiriendo, la apliquen directamente en un problema, realizando un proyecto de investigación".

En cuanto a la ubicación de esta asignatura, Biología Celular se encuentra inserta en el segundo módulo de la carrera y recibe el nombre global de procesos de regulación de los organismos. En este se trata de ver como están regulados los procesos metabólicos de los organismos, tanto de plantas como animales; en la parte experimental ellos tratan de resolver un problema fisiológico, integrando la información recibida.

Según nuestra entrevistada, el programa el programa que se utiliza, en teoría si responde al plan de estudios, pero manifestó que en realidad no se lleva a cabo, y que depende muchas veces del profesor o del tiempo; ya que se requiere ir integrando la información poco a poco; a este respecto los mismos

alumnos han llegado a manifestar que dicha integración no ocurre.

Con respecto al material bibliográfico, en la actualidad se está elaborando un cuaderno de notas, en donde se describen las diferentes técnicas y metodologías usadas por los alumnos en los diferentes trabajos, pero no se tiene nada formal.

En cuanto a la práctica profesional, opina que el sistema modular les proporciona a los alumnos mayores destrezas en el manejo del laboratorio y que por tanto les cuesta menos trabajo insertarse por ejemplo a un laboratorio de investigación; aunque por otro lado reconoce que el fundamento teórico de estos alumnos no es muy fuerte, opina que esto puede cubrirse fácilmente de manera posterior.

Debido a que esta entrevista abordo puntos de interés se anexa la entrevista textual (ver anexo E)

#### IV) FACULTAD DE MEDICINA (Ciudad Universitaria)

En esta facultad se entrevistó a un investigador del área de Histología, ya que aquí no se lleva la asignatura de Biología Celular como tal, sino que está integrada a la materia de Histología Humana.

Este entrevistado manifestó que dicha asignatura está dividida en tres capítulos, el primero de los cuales es Biología Celular.

Dijo que el departamento de Histología es muy grande, tiene más de 40 grupos y cada grupo está atendido por 3 profesores: 1 titular, 1 ayudante y 1 instructor. Manifestó que el equipo de trabajo es bueno pero que este curso no es práctico, porque solamente se realizan observaciones de preparaciones fijas, elaboradas por los alumnos, pero básicamente con el fin de

estudiar la anatomía de las células y los tejidos.

Las evaluaciones se llevan a cabo a través de exámenes departamentales que elabora una comisión de profesores del área.

En esta institución se menciona que existe una fuerte lucha entre los histólogos y los patólogos y es por esta razón que no se ha podido constituir Biología Celular como una materia independiente, a pesar de que ya se ha pensado.

En cuanto al programa manifiesto, que no conoce a ciencia cierta el programa de esta asignatura en la Facultad de Medicina, pero supone que los temas que se tocan son los mismos que en la Facultad de Ciencias.

En cuanto a la práctica profesional, dijo que Biología Celular en realidad no se concibe como una vía para poder trabajar, sino que se considera como una herramienta que le sirve al médico para poder entender el resto de la carrera.

#### v) FACULTAD DE QUIMICA

Quizá esta fue una de las entrevistas más interesantes y completas que se realizaron, ya que nuestra entrevistada posee una gran experiencia, después de 23 años de trabajo docente y de investigación dentro de esta facultad. Por tal razón se presentan primero algunos comentarios y posteriormente se muestra la transcripción textual de la entrevista con el fin de ejemplificar el tipo de información que se obtuvo al aplicar el cuestionario.

En esta institución Biología Celular, es una asignatura independiente, pero recibe el nombre de Bioquímica Celular y lo interesante es que se imparte para alumnos de diferentes carreras como: Químico Farmaco Biólogo, Química y Química de Alimentos, a

este respecto es importante señalar que existe un mínimo de conocimientos teórico-prácticos necesarios para poder desempeñarse en esta área de conocimiento.

El curso es meramente teórico; se ha tratado de introducir una parte práctica, pero no ha sido posible por cuestiones administrativas. Incluso ya se tenía un programa de prácticas probadas.

Esta asignatura se considera como una materia fundamental para todas, o gran parte de las carreras que aquí se imparten.

En cuanto al programa, nuestra entrevistada manifestó que se ven de manera general, los mismos temas que en otras instituciones: básicamente se revisa el aspecto morfológico de las células, la estructura y función de los organelos y después la fisiología de la célula, es decir, la estructura y función celular.

En cuanto a la práctica profesional, también en esta institución se considera a la Biología Celular como una herramienta que sirve para realizar otro tipo de investigaciones.

## vi) SINTESIS DE LA INFORMACION

## METODO DE ENSEÑANZA

Ciclo enseñanza aprendizaje esta basado en la comunicación entre alumnos y maestros. Se imparte en 3er semestre de la carrera, de 20-30 alumnos por grupo. Infraestructura mínima pero suficiente. Integración parcial entre la teoría y la práctica, es decir, implementación de prácticas a la teoría, 50% teoría y 50% laboratorio. Calificación con exámenes y tareas.

Ciclo enseñanza aprendizaje, es un cambio entre lo que se y lo que puedo saber. Se imparte en el 3er semestre de la carrera. Grupos de 20-35 alumnos en la mañana y 15 en la tarde. La infraestructura si es adecuada, cubículos separados para la realización de prácticas. Curso teórico-práctico 60% teoría 40% práctica. Calificación. Exámenes y trabajo semestral.

Ciclo enseñanza aprendizaje es un proceso de relación con los alumnos mediante diferentes técnicas. El plan modular, creado con el fin de formar Biólogos que puedan resolver problemas concretos. Biología Celular se ve en el segundo módulo como: Procesos de regulación de los organismos. 25 alumnos máximo por grupo. Infraestructura de los laboratorios y aulas es muy buena. Estrecha relación teórico-práctica. Calificación: Proyecto de Investigación semestral.

No dio definición del ciclo enseñanza-aprendizaje. Biología Celular se ve integrada a la asignatura de Histología. Se imparte en los primeros semestres. Es un curso que no es teórico práctico como tal, sólo se realizan observaciones de preparaciones en el microscopio. Calificación por examen departamental.

No dio definición de ciclo enseñanza-aprendizaje. Se imparte en el 3er semestre de la carrera a diferentes carreras. Curso teórico 100%. No hay manual de prácticas.

## ANALISIS PROGRAMAS

Es una serie de temas que abarcan inicios específicos, relacionados con objetivos. Se elaboro desde que iniciaron el plan de estudios y por esto tiene una estrecha relación con el mismo. Programa teórico y programa práctico. Si hay manual de prácticas y actualmente se esta desarrollando uno de técnicas.

Programa es una serie de puntos de tipo básico a cubrir, dentro de un gran tema. Programa implementado de la Facultad de Ciencias y por lo tanto si responde al plan de estudios. Rango de prácticas que se aplican según los temas de teoría.

El programa es un temario, por unidades las partes teórico y práctica de la materia están muy bien integradas. Si responde al plan de estudios, al menos en el papel, aunque en realidad parece no ser así. Para las técnicas existe un manuscrito que han ido desarrollando los mismos alumnos de sus proyectos.

No conoce bien los programas ya que han cambiado mucho. El programa no responde al plan de estudios, ya que al médico, no le sirve de mucho Biol. Celular. No hay manual, solo las prácticas que están en el programa.

Conoce poco los programas porque aquí se lo conoce como Bioquímica Celular.

## PRACTICA PROFESIONAL

Formación para Investigación. Formación técnica para trabajar en la Industria. Hay desvinculación de los dos aspectos.

Inserción en cuestiones de Educación o en investigación en ciencias de la salud y Biomedicina.

Investigación y en el aspecto práctico en Biotecnología.

Estos conocimientos, les sirven muy poco, se utiliza como una herramienta.

Se considera una herramienta para investigaciones de otro tipo.

c) Propuesta Didáctica Alternativa para el Curso Teórico-Práctico de Biología Celular de la Carrera de Biología en la Facultad de Ciencias.

i) Lineamientos Generales.

La presente propuesta, tiene como propósito el sugerir una serie de lineamientos (basados en la corriente de Didáctica Crítica, en entrevistas realizadas en diferentes instituciones de la UNAM, en el análisis del programa y por último en mi experiencia docente en dicha institución); que puedan orientar a los profesores que imparten Biología Celular, principalmente en tres aspectos:

I La elaboración del programa de estudio.

II Sugerencias de actividades o formas metódicas para llevar un curso teórico-práctico.

III Emplear un mecanismo de evaluación que este de acuerdo con el tipo de curso que se imparte.

ii) Elaboración del Programa de Estudio

Dentro de la planeación educativa el programa de estudios es una parte importante y una guía fundamental para llevar a cabo un curso, ya que " Un programa se entiende como el instrumento o proyecto integral de trabajo, que consiste en un conjunto de experiencias de instrucción interrelacionadas para obtener el logro de ciertos objetivos organizados jerárquicamente y la apropiación de los contenidos enunciados en éstos, de tal forma que dicho conjunto constituye una parte funcional del plan de estudios ( Alvarado, 1984).

El programa entonces es un documento un tanto hipotético, que debe contemplar por un lado, los factores (humanos, institucionales, metodológicos, académicos etc) que puedan influir en el desarrollo del curso, y por otro los objetivos a alcanzar en tres niveles a) conceptuales, b) metodológicos c) cognitivos.

El proponer como primer punto la elaboración o modificación del programa de estudio, no es una moda educativa sino que si bien el plan de estudios es la parte más general, el programa constituye un nexo entre el plan de estudios y la parte operativa de un curso. Dicha modificación o reestructuración del programa se puede realizar en tres fases:

1. Ubicación y fundamentación.- Que situación tiene el programa en un contexto social, su participación en la formación profesional del alumno, en el sistema de enseñanza y como es el tipo de organización del trabajo.

Además la ubicación del programa en el plan de estudios, señalando la relación horizontal y vertical con otros cursos (secuencia, continuidad e interacción), cuales son las disciplinas con las que se relaciona, cuál es el sistema de enseñanza que promueve la institución, cuales son las funciones profesionales que se prevén para analizar si el programa está dando una formación integral, cual es el valor en créditos de la materia, analizar la carga teórico-práctica que la materia tiene.

2. Programación.- El primer elemento de esta fase lo constituye la determinación, organización y formulación de los objetivos; entendidos como "la formulación explícita y precisa de los

cambios que se esperan en los estudiantes como resultado de un proceso de enseñanza-aprendizaje". Estos deben ser viables de ser alcanzados, que sean comprensibles por el profesor y por los alumnos o cualquier otra persona que los lea, concretos que determine lo que se quiere lograr sin requerir mayores explicaciones y por ultimo ser redactados en terminos de aprendizaje.

El segundo elemento es la seleccion de los contenidos en la que se debe considerar el mapa curricular, para visualizar la forma como se apoyan los diferentes contenidos y procurar la integracion de las demas asignaturas evitando repeticiones. Ademas hay que considerar los criterios de funcionalidad y actualidad cientifico-social.

Despues de seleccionar los contenidos, estos se organizan en unidades, cada una de las cuales es un conjunto de contenidos y actividades de aprendizaje organizados en torno a un NUCLEO CENTRAL. A partir de aqui se definen los nucleos basicos donde se encuentran los contenidos y las actividades inherentes a cada unidad, en torno al nucleo central. Los contenidos deben ordenarse en forma secuencial y logica, tomando en cuenta la dificultad y continuidad, asi como el nivel de conocimientos que los alumnos poseen.

El programa ademas de objetivos y contenidos, debe incluir actividades de aprendizaje, que lleven al alumno al logro de los objetivos planteados y a la apropiacion de los contenidos. Para seleccionar dichas actividades es necesario considerar al grupo escolar con el que se cuenta, las interacciones entre el grupo y

la historia individual de los alumnos.

Las actividades de aprendizaje pueden considerarse como "un conjunto de acciones que programadas y organizadas de acuerdo con objetivos determinados y con la organización de los contenidos, tienden a promover aprendizajes significativos. Se entiende como la asimilación y acomodación del material de estudios para producir conocimientos en forma substancial y no arbitraria". (Alvarado M.E. 1984).

3.- Implementación del programa.- es la tercera y última fase, se inicia una vez que el curso ha comenzado. "Esta es la instancia de ejecución del plan, de su efectividad a través de formas metódicas y actividades de aprendizaje" (María de Ibarrola 1982 en Panza 1985).

Es importante aclarar que aun cuando en la fase de programación se han enunciado las actividades de aprendizaje a desarrollar acordes con los objetivos y contenidos seleccionados, en este momento se deben planificar las mismas de acuerdo con los recursos con que se cuentan y los diferentes momentos del curso.

Así, las actividades de aprendizaje se pueden organizar en tres momentos, apertura, desarrollo y culminación.

Las actividades de apertura, implican una síntesis inicial para tener una visión global del fenómeno a estudiar y retoma los aprendizajes anteriores del estudiante.

Las actividades de desarrollo, parten de la identificación de un problema central que es analizado a través de una serie de informaciones, es un proceso continuo de análisis y síntesis, reconstruir el problema en una nueva síntesis, la cual presenta

diferencias cualitativas, lo que posibilita percibir nuevos problemas.

Una vez que se han organizado las actividades de aprendizaje, se tiene que explicitar los procedimientos, técnicas y recursos que permitirán las situaciones de aprendizaje.

Esta fase se va a ir modificando en función del proceso del grupo y del replanteamiento de formas metodológicas, cambios que deben anotarse para analizar cual es el desarrollo del curso y para poder evaluar el programa. En la fase de implementación es en la que se van a tomar decisiones en función de la viabilidad del programa y es el momento en el cual aun cuando este, este muy bien elaborado al ponerlo en práctica surgen imprevistos, por el propio trabajo que hay que desarrollar por parte del profesor y de los alumnos así como las circunstancias de la institución que no pueden ser previsibles.

En la presente propuesta primero se ubica al programa, en el contexto del plan de estudios, fundamentando el por qué y para qué del mismo, después se estructuran los objetivos, los contenidos y las actividades, las cuales se especificaron detalladamente en la parte de implementación del programa, en esta última, es donde se presentan más cambios ya que se refiere a los recursos y técnicas utilizadas en el curso, lo cual dicho sea de paso, no afecta los contenidos. El programa incluye no solo lo que el alumno va a aprender sino lo que se pretende realizar para alcanzar el aprendizaje deseado. Así mismo es importante contemplar previamente a que población de alumnos va dirigido el programa, de tal forma que éste pueda ser ajustado

sin detrimento del logro de los objetivos curriculares, además es necesario analizar con que profesores se cuenta para la implementación del mismo. Como ultimo punto se debe contemplar la posibilidad de recolectar información sobre el resultado del programa de estudios y así, permita realimentar tanto al programa como al profesor mismo.

### iii) Formas Metodicas del Curso.

En lo que respecta a las técnicas didácticas, estas se pueden definir como "los instrumentos que orientan y hacen más efectivos las experiencias de aprendizaje y se seleccionan en función del contenido, de los objetivos y de la población a la que van dirigidas, sin olvidar el tipo de aprendizaje que se está promoviendo" (Alvarado 1984). Algunas técnicas didácticas son, el interrogatorio, el diálogo, la exposición, etc.

Los recursos didácticos son otro apoyo para la realización de las actividades de aprendizaje, ya que auxilian en la comprensión de algún tema, entre los recursos didácticos encontramos el material impreso, pizarrón, rotafolio, carteles etc.

Es importante incluir las formas metodicas en el programa ya que permiten que el alumno conozca que tipo de participación se espera de él y lo orienten en la forma de trabajo que se desarrollara en el curso.

En la implementación de un curso como el que se propone en el presente trabajo, son necesarios los siguientes apoyos.

1. La formación de un verdadero equipo entre el profesor titular y el de laboratorio, es decir, impartir el curso entre los dos.

2. Promover las presentaciones orales de los trabajos que desarrollen los alumnos.
3. Invitar conferencistas de diferentes especialidades involucrados en el estudio de la célula.
4. Confrontar los conocimientos a través de problemas a resolver, tanto de manera teórica como práctica.
5. Implementar sesiones de integración de conocimientos, en torno a los contenidos abordados.
6. Identificar problemas eje, en relación al estudio de la célula, es decir, definir los problemas a resolver en Biología Celular.
7. Analizar las metodologías planteadas en las prácticas y buscar otras alternativas, de acuerdo con la infraestructura de la facultad y concretamente con los laboratorios auxiliares de cada aula.
8. Manejar el material y aparatos adecuadamente, tanto el profesor como los alumnos.
9. Buscar información bibliográfica tanto teórica como práctica en diferentes fuentes de información.

#### (v) Evaluación del Curso.

En cuanto a la evaluación aun cuando siempre es la última parte en la elaboración de un programa, es necesario enfatizar, que la evaluación es un proceso que está presente desde el momento en el que se inicia el curso, por lo que es conveniente definir previamente los instrumentos, criterios y procedimientos que van a prevalecer en el curso, por ejemplo: listas de cotejo,

participación individual o grupal, trabajos a casa o en clase, investigaciones, etc.

Se puede decir que la evaluación es "un proceso que a su vez forma parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, considerando que todo momento de evaluación permite tomar decisiones dentro del mismo proceso" (Alvarado M.E. 1984).

La evaluación es el momento en donde se pone a prueba la concepción y la metodología del trabajo del profesor, así como su coherencia y su consistencia. Existen profesores que intentan formas nuevas de trabajo con sus grupos, pero al llegar al final del curso, regresan a sus formas antiguas de evaluación; las actividades de evaluación deben ser coherentes con las actividades de aprendizaje.

Es importante no confundir las actividades de evaluación con los mecanismos de calificación, ni con los criterios de acreditación.

De esta manera la evaluación es el análisis oral o escrito, del método de trabajo: tipo de materiales y modo de utilizarlos, actividades de aprendizaje, coordinación general, etc. y se puede realizar de manera individual o grupal.

Las preguntas o actividades que se plantean en una evaluación, deben indagar el grado de conocimientos y la capacidad del alumno, no solo para reconocer o recordar sino para analizar, sintetizar, abstraer, deducir, generalizar y aplicarlos además de efectuar otros procesos mentales.

La acreditación se refiere por su parte al hecho de aprobar o no el curso, es decir, de que el curso se le acredite al alumno

como cursado o no.

La calificación entonces es la asignación de un número, que pretende ubicar dentro de una escala cuantitativa (que es totalmente arbitraria), el nivel de aprovechamiento o de aprendizaje de cada alumno. Se puede calificar a los alumnos, sin evaluar el curso ni los aprendizajes, así como también se pueden evaluar éstos, sin necesidad de calificar a los estudiantes.

Esto provoca la jeranquización de individuos de acuerdo con "los conocimientos que adquieren" a lo largo del tiempo en cada uno de los ciclos escolares.

Es aquí donde se crea la confusión al identificar a la medición como evaluación, "En este error incurren incluso muchos de los autores de textos sobre evaluación, que la presentan en los primeros capítulos, y luego proceden al análisis de las diversas mediciones, desde los test de inteligencia hasta registros de peso y altura" (Taba 1979).

Si bien la evaluación depende de la medición, su campo de acción abarca un campo más amplio de características y logros.

Tradicionalmente se ha utilizado el examen como el instrumento de evaluación, desde el siglo XIX, el examen se convierte en un medio para promover y calificar el desempeño estudiantil, pero es importante destacar que éste es un instrumento para reconocer administrativamente un conocimiento, y es igualmente sabido que no demuestra con exactitud el grado de conocimiento del sujeto.

Muller a mediados del siglo pasado comenta: "El placer de estudiar se ha acabado. El joven solo piensa en el examen".

Así mismo es imposible medir una serie de procesos psíquicos que se encuentran en continuo cambio y tienen un carácter eminentemente cualitativo, entre ellos estaría la inteligencia, el aprendizaje, etc. "Ni Freud ni Piaget usaron la medición como base para el desarrollo de sus teorías" Díaz - Barriga 1985).

Hasta ahora se ha hablado de la evaluación de manera general, pero que hay con la evaluación del aprendizaje?. "La evaluación del aprendizaje es el proceso que permite emitir juicio de valor acerca del grado cuantitativo y cualitativo de lo aprendido" (Quesada 1990).

La medición del aprendizaje es muy relativa y compleja porque el aprendizaje no tiene nunca un valor de cero (por poco que se sepa, algo se sabe) el cual representa un punto de partida para cualquier medición.

Según Quesada (1990) en términos generales la evaluación del aprendizaje debe cumplir con las siguientes funciones:

- a) Retroalimentar a profesores y alumnos acerca de las deficiencias del aprendizaje y sentar bases para su superación.
- b) Motivar el estudio
- c) Calificar el aprendizaje

Al igual que la evaluación, la evaluación del aprendizaje es el proceso que analiza los obstáculos y dificultades del transcurrir del mismo, entonces se otorga una calificación que responda a los requerimientos institucionales.

En la presente propuesta se elabora un tipo de evaluación en donde la perspectiva de aprendizaje se dé en la participación de la investigación-acción, que plantee un compromiso real de todos

los involucrados y que se sientan al mismo tiempo sujetos y objetos del proceso de evaluación.

"Los verdaderos científicos-aprendices o graduados, los podemos encontrar entre aquellos que hacen lo que les gusta hacer. Y estos son quienes hacen avanzar el conocimiento".

(Michel 1978).

- d) PROPUESTA DE PROGRAMA TEORICO-PRACTICO ALTERNATIVO EN LA ENSEÑANZA DE BIOLOGIA CELULAR EN LA FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

BIOLOGIA

Elaborado por: Prof. Ma. Carmen González Rodríguez  
Asesorado por: Lab. Investigación Educativa F.C.  
Fecha de elaboración: febrero de 1991

Clave de materia 0045

Creditos 12

Este programa debe ser analizado por los profesores y alumnos al inicio, durante y al final del curso, con el fin de evidenciar el avance en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## i) UBICACION DE LA ASIGNATURA EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Biología Celular es una asignatura que se cursa durante el tercer semestre de la carrera de Biología, pero esta ubicación no es aleatoria, por el contrario mantiene gran relación con otras asignaturas del plan de estudios en el que estás involucrado, con el fin de adquirir una formación integral aunque general del campo Biológico.

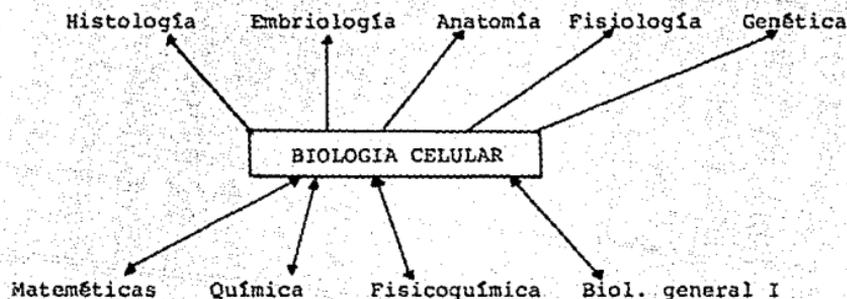
Dichas relaciones son de dos tipos principales:

a) verticales, que se refieren a la relación que guarda Biología Celular con las materias antecedentes ( las cuales apoyan la comprensión de procesos básicos dentro de la célula y aportan herramientas útiles para el desarrollo de la parte práctica de este curso) y con las posteriores (a las que sirve de base para la comprensión de estructuras y procesos de un nivel de complejidad mayor, además de capacitarnos en aspectos prácticos, técnicos y de investigación que las mismas requieren); y b) las horizontales, que involucran asignaturas paralelas con el objeto de reforzar, complementar e integrar el conocimiento de una área determinada. Esto último toca un aspecto importante en nuestra formación como Biólogos, la interdisciplina, es decir, no debemos olvidar que el conocimiento científico se construye desde diferentes áreas y no desde un solo enfoque, lo que además sería reduccionista.

Tenemos que considerar que para tener una formación integral es necesario tomar en cuenta las relaciones descritas en el presente programa, así como la integración de la teoría-práctica en los cursos para posteriormente poder desarrollar adecuadamente nuestras actividades profesionales.

A continuación se te presenta un mapa curricular donde se observan las relaciones mencionadas anteriormente.

Materias  
posteriores



Materias  
anteriores

#### 11) FUNDAMENTACION DEL PROGRAMA

Al principio de un curso todos esperamos de manera casi automática que el profesor nos proporcione el programa de estudio, pero ¿nos hemos preguntado alguna vez cual es la utilidad de este?. Trataremos de responder esta pregunta refiriendonos concretamente a Biología Celular, en forma breve pero clara.

El programa de Biología Celular no es solo un trámite institucional, sino que es una parte muy importante en la planeación, desarrollo y evaluación del curso, dicho de otro modo es un documento que sirve de guía para lograr diferentes objetivos; principalmente a tres niveles:

a) Conceptuales.- Revisión de conceptos fundamentales de

Biología Celular, que comprenden aspectos estructurales, funcionales y evolutivos de la célula así como las diversas técnicas empleadas para su estudio, las cuales permitieron en el pasado el desarrollo de la Teoría Celular como un concepto unificador de la Biología y en el presente caracterizar muchos de los procesos vitales de la misma.

b) Metodológicos.- Se refieren a las formas de adquirir los conceptos, es decir, sabemos que en Biología Celular el objeto de estudio es la célula, pero, ¿que voy a estudiar de ella, a que profundidad y como lo voy a hacer?; por ejemplo, puedo estudiar su origen, evolución, estructura y composición, fisiología, etc., cada uno de estos aspectos puede darse con mayor o menor profundidad y de diferentes formas. En este programa se organizan los contenidos de acuerdo con una secuencia de continuidad e interacción y partiendo de conocimientos generales que poco a poco se particularizan y profundizan.

c) Cognitivos.- Se refieren a lo que realmente se aprende y depende en gran medida de lo que ya sabes y del interés que tengas en Biología Celular, ya que hay que reconocer que podemos modificar e incrementar lo que hasta hoy sabemos. Dado las características de la asignatura, se hace necesario que relaciones conceptos, realices abstracciones, desarrolles habilidades experimentales (desde el planteamiento de problemas, hasta la implementación metodológica para su solución) identificando la versatilidad que una técnica tiene.

Esto hace posible que descubras las infinitas posibilidades que el mundo celular te reserva y que amplíes e incrementes los

conocimientos que en este momento posees.

Este programa pretende recabar información de los alumnos y profesores, para lograr una retroalimentación que conlleve a la renovación y modificación de los programas y planes de estudio de la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias.

Aprender Biología Celular requiere de una verdadera cooperación para alcanzar los objetivos que propone esta asignatura, los cuales tratan de responder a tus expectativas, intereses y necesidades. Pero para lograr estos objetivos es importante establecer nuevas relaciones: con el profesor (visto como asesor), con tus compañeros de clase (o grupales) y principalmente con las bibliotecas y libros de consulta; además de poner especial interés en las diferentes formas de aproximarse a los objetos de conocimiento por medio de actividades como trabajos a casa, investigaciones bibliográficas, análisis, discusiones, seminarios y exámenes entre otros.

1111

#### OBJETIVOS GENERALES

1. Analizar el desarrollo histórico de la Biología Celular para evidenciar que la integración Teoría-Práctica es fundamental en la construcción del conocimiento científico; y ubicarla en el contexto de la Biología.
2. Introducir a la investigación en Biología Celular y sus métodos de estudio, por medio del planteamiento de problemas teórico-metodológicos y el análisis de los resultados de los mismos y así generar nuevos problemas de investigación.
3. Proporcionar una visión actualizada e integral de la estructura, función y evolución de la célula.

4. Favorecer la relación, formación-práctica profesional en la capacitación para elegir las técnicas adecuadas en un estudio y aplicar así los conocimientos teóricos sobre un problema biológico específico.

#### iv) CONTENIDOS TEMATICOS

##### Unidad I Introducción al estudio de la célula

En esta Unidad se pretende dar a conocer una visión general de la célula y su diversidad porporcionando antecedentes del surgimiento y evolución de las primeras células así como revisar los métodos de estudio de Biología Celular, destacando su importancia y aplicación en la comprensión y desarrollo del conocimiento en esta disciplina.

##### Tema 1 Unidad y diversidad celular

- a) Diversidad de los organismos vivos
- b) Clasificación (Los 5 reinos de Whittaker)
- c) Problemas de esta clasificación

##### Tema 2 Origen y evolución Celular

- a) Origen de procariontes y eucariontes
  - i) Evolución química prebiológica (procariontes)
  - ii) Teoría simbiótica y no simbiótica (eucariontes)
- b) Estructura general de procariontes y eucariontes
- c) Biogénesis de mitocondria y cloroplasto
  - i) Teoría simbiótica y teoría endógena
  - ii) Fragmentación, segmentación y protoplastos

##### Tema 3 Métodos de estudio en Biología Celular

- a) Microscopía
  - i) Fotónica.- Fundamentos, campo claro y contraste de fase.
  - ii) Electrónica.- Fundamentos, de transmisión y de barrido.
  - iii) Microfotografía.- Importancia y aplicación.

## b) Técnicas Histológicas

- i) Fijación
- ii) Inclusión
- iii) Corte
- iiii) Tinción

## Tema 4. Técnica Celular

- a) Datos históricos
- b) Postulados

## c) Análisis de fracciones celulares

- i) Centrifugación diferencial
- ii) Cromatografía
- iii) Electroforesis
- iiii) Espectroscopia

## d) Estudio de células integra

- i) Cultivo de células
- ii) Inmunoquímica
- iii) Autorradiografía

## v) Instrumentación Didáctica:

Descripción de mundo viviente (lluvia de ideas)  
(exploración de conocimientos)

Lectura de artículo "Los 5 reinos de Whittaker"  
(Discusión)

Análisis de las teorías de origen y evolución celular  
Investigación de los Métodos de estudio en Biol.  
Celular y presentación de seminarios.

Integración de la información  
Consulta en bibliotecas

## vi) Actividades prácticas:

Conocimiento de técnicas de microscopia óptica.  
Campo claro, iluminación kohler y contraste de fase  
Calibración del microscopio óptico  
Observación y medición de diferentes tipos celulares  
Conocimiento y aplicación de técnicas histológicas  
principalmente la fijación.

(ver manual de prácticas 2 de Biología Celular)

## Primera Evaluación

## Unidad II Morfofisiología Celular

Una vez que se estudia a la célula como el principio unificador de los seres vivos y es considerada en si misma como tal, es importante conocer la estructura de cada uno de los constituyentes celulares a partir del estudio de su composición y función, tanto particular como en el contexto celular.

### Tema 1 Organelos Celulares

- a) Pared Celular
  - i) Bacteriana
  - ii) Vegetal
- b) Membrana Celular
  - i) Composición.-Lípidos, proteínas, carbohidratos
  - ii) Modelos estructurales.- Gorter y Grendel, Davison y Danielli, Robertson, Singer y Nicolson
- c) Sistemas membranales internos
  - i) Retículo endoplásmico y ribosoma.-Estructura, composición y función
  - ii) Golgi.- Estructura y función
  - iii) Lisosomas.- Estructura y función
  - iiii) Microcuerpos.-Glioxisomas y peroxisomas.
- d) Organelos generadores de energía
  - i) Mitochondria.- Ultraestructura y función (Respiración)
  - ii) Cloroplasto.- Ultraestructura y función (Fotosíntesis)
- e) Nucleo
  - i) Envoltura nuclear
  - ii) Cromatina y estructura cromosómica
  - iii) Nucleolo

#### v) Instrumentación didáctica:

Lectura y discusión de artículos de los diferentes organelos celulares. Técnicas grupales de integración. Presentación de los temas con ayuda de diapositivas y proyector y rotación de maestros de la misma academia para impartir temas del área que estén más especializados.

#### vi) Actividades prácticas:

Análisis de fracciones celulares con diferentes técnicas como: centrifugación diferencial para aislar mitochondrias, cloroplastos, membranas, etc. Determinación de proteínas por medio de técnicas de electroforesis o espectrofotometría, realización de curvas patrón y técnicas de conteo de células.

(ver manual de prácticas)

Segunda evaluación y primer examen.  
Unidad III La célula y su entorno

En esta tercera unidad se intenta integrar la información recibida, al estudiar los procesos celulares generales y particulares involucrados en las relaciones que las células tienen con el medio y como esta tiene efecto sobre funciones de estabilidad, comunicación, movimiento, reproducción, expresión genica y diferenciación de las mismas.

Tema 1 Mecanismos de transporte a través de membrana

- a) Permeabilidad
- b) Transporte pasivo
  - i) Antiport, symport y uniport
- c) Transporte activo
  - i) Bomba Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>
- d) Efecto celular de la concentración de solutos
  - i) Distinguir entre medio hipo, iso e hipertónico
- e) Transporte masivo

Tema 2 Uniones intercelulares

- a) Impermeables
- b) Adherentes
- c) De comunicación

Tema 3 Citoesqueleto y movimiento

- a) Composición del citoesqueleto
  - i) Microtubulos
  - ii) Microfilamentos
  - iii) Filamentos Intermedios
  - iiii) Microtrabeculas
- b) Movimiento
  - i) Cilios y flagelos (locomoción)
  - ii) Centríolo y cuerpo basal
  - iii) Huso acromático
  - iiii) Movimiento ameboidal

Tema 4 Ciclo Celular

- a) Definición
- b) Fases
  - i) Duración
  - ii) Eventos morfológicos y fisiológicos de cada fase
- c) Mitosis
  - i) Fases

- ii) Importancia (proliferación y mantenimiento de los organismos)
- d) Meiosis
  - 1) Fases
- iii) Importancia (variabilidad)

Tema 5: Regulación de la expresión génica

- a) Niveles de regulación
- b) Modelo de Jacob y Monod (Procariotes)
- c) Importancia del citoplasma sobre la actividad nuclear (Eucariotes)

Tema 6: Diferenciación Celular

- a) Definición del concepto
- b) Diferenciación en organismos unicelulares
- c) Diferenciación en organismos pluricelulares
  - 1) Totipotencialidad y determinación
- ii) Especialización celular
- iii) Regeneración celular

Tema 7: Tema de Integración (propuestas)

- a) Sida
- b) Cáncer
- c) Envejecimiento
- d) Otros

v) Instrumentación Didáctica:

Lectura de artículos y discusión en clase, investigaciones bibliográficas, conferencistas, diapositivas y proyector, seminarios y participación individual.

vi) Actividades prácticas

Las prácticas planteadas para esta unidad integran la información teórica con la capacitación técnica adquiridas, en la resolución de un problema específico concerniente a la Fisiología de la célula. La primera práctica que se plantea es la de transporte a través de membrana incluyendo procesos difusionales y osmóticos.

La práctica de Cultivo de células tanto animales como vegetales para evidenciar las fases del ciclo celular y por último la práctica de núcleo y sus procesos de división.

Una actividad más que se propone es la visita a un centro de investigación especializado para observar como se desarrolla un trabajo de investigación en la actividad profesional, para ello se propone: El Instituto de Fisiología Celular, I.I. Biomédicas, Hospital de Cardiología, Cinvestav, Hospital de Nutrición, etc.

## Tercera evaluación y segundo examen

## vii) CRITERIOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Cuando se habla de evaluación generalmente pensamos en el examen, en cualquiera de sus modalidades. (oral o escrito) pero en realidad el concepto de evaluación no se refiere únicamente al examen, sino que involucra el análisis de otras actividades como, método de trabajo, tipo de materiales y modo de usarlos, actividades de aprendizaje y coordinación general, que se presentan desde el inicio del curso hasta el final del mismo y esta se puede realizar de manera oral o escrita e individual o grupalmente. De tal forma que no debemos confundir la evaluación con la calificación, esta última, se refiere a la asignación de un número dentro de una escala para ubicar el nivel de aprovechamiento o de aprendizaje de cada alumno.

En este curso como te habrás dado cuenta se te pide que realices una serie de actividades que promueven el aprendizaje de Biología Celular y por lo tanto se realizan evaluaciones periódicas con el fin de no pasar por alto tu esfuerzo y empeño.

Los procedimientos propuestos en este tipo de evaluación son los siguientes:

1. Asistencia (muy importante en este tipo de curso)
2. Participación individual y/o grupal
3. Tareas y trabajos a casa (investigaciones bibliográficas)
4. Una evaluación al terminar cada unidad y 2 exámenes uno escrito y el otro a casa
5. Un proyecto de investigación (viabile) acerca de algún tópico de Biología Celular que incluya: investigación Bibliográfica, objetivos, método (técnicas e instrumentos) y posibles hipótesis (este proyecto deberá ser presentado al final del curso de manera oral en el grupo).

En conjunto la realización de estas actividades te llevarán

como consecuencia lógica a obtener una buena calificación y por tanto a la acreditación del curso de Biología Celular.

viii)

#### BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

##### Libros:

1. Albert, Bray, Lewis Raff, Robertis, Watson. 1985 "Biología Molecular de la Célula" ed. Omega España.
2. Avers, Ch. 1981 "Biología Celular" Grupo Editorial Iberoamerica 2a edición México.
3. Karp, G. 1987 "Biología Celular" Mc. Graw-Hill, México.

##### Artículos:

###### Unidad I

1. Dikerson, F.E. "La evolución química y el origen de la vida" Investigación y Ciencia (26) noviembre de 1978.
2. Schopf, W.J. "La evolución de las células primitivas" Investigación y Ciencia (26) noviembre de 1978.
3. Margulis, L. y D. Sagan. "El origen de las células eucariontes". Mundo Científico, 5 (46) 1985.
4. Raff, R.A. y Mahler, "The non symbiotic origin of mitochondria. Science 177, 1972.
5. Otros.

###### Unidad II

1. Albershime, E. "The wall of growing plant cell" Sci. Am. 232 (4) abril 1975.
2. Sharon. "The bacterial cell wall" Sci. Am. 220 (5) may 1969.
3. Bretscher, M.S. "Las moléculas de la membrana celular" Investigación y Ciencia (111) diciembre 1985.
4. Lake, J.A. "El ribosoma" Investigación y Ciencia (61) octubre 1981).
5. Lodish y Rotman "La formación de las membranas celulares" Investigación y Ciencia (30) marzo 1979.
6. Rothman, J.E. "La organización compartimentalizada del aparato de Golgi" Investigación y Ciencia (110) noviembre 1985-
7. De Duve. "El lisosoma" Scientific American 208 (5) may 1963.

8. Hinkle F. "Como fabrican ATP las células" Investigación y Ciencia (20) mayo 1978.
9. Somerville, C.R. "Las fotosíntesis de las plantas". Mundo Científico 4 (37) 1984.
10. De Duve. "Microbodies in the living cell. Sci. Am. 248 (5) may 1983.
11. Mazia, D. "The cell cycle" Sci. Am. 230 (1) 1974.

#### Unidad III

1. Staehelin, A.L. "Uniones Intercelulares" Investigación y Ciencia (22) julio 1978.
2. Weber K. y M. Osborn. "Moléculas de la matriz celular" Investigación y Ciencia (111) diciembre 1985.
3. Proter y Truckor. "El amazon celular" Investigación y Ciencia (56) mayo 1981.
4. Gurdon, J.B. "The developmental capacity of nuclei taken from intestinal epithelium cell of feeding tadpoles. J. Embryol. and Exp Morphol 14 1962.
5. Otros.

## CAPITULO IV

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Desde principios de los 70s se inicio un proceso de la transformacion educativa en Mexico en la cual una de las mayores preocupaciones era la capacitacion para la profesion.

En este trabajo se propone una alternativa puntual en Biologia Celular para integrar el trabajo practico con la formacion teorica del alumno y facilitar su proceso de enseñanza-aprendizaje.

De la misma forma se destaca la importancia de dicha integracion para obtener una formacion completa y ello conlleve a un desempeño profesional adecuado a las necesidades de nuestro pais.

"En muchas carreras y especialidades, existe una preparacion inadecuada para el mercado de trabajo. Seguramente el fondo del problema radica en la falta de coordinacion entre el sector educativo y productivo" (Fandal-Graf, 1969).

Al referirme en el presente estudio exclusivamente a Biologia Celular no descarta la posibilidad de que la propuesta sea extensiva o aplicable a otras disciplinas cientificas contemplando el nivel de complejidad y metodos caracteristicos de la misma.

Este trabajo sirve como precedente y guia desglosada para la elaboracion de programas de estudio con un fundamento didactico actual.

La Didactica Critica es considerada en si misma como una alternativa que contempla las bondades de las otras corrientes como el Enciclopedismo y Tecnocracia Educativa integrandolas y

proporciona una nueva alternativa en el campo de la educación.

Además es posible extrapolar este modelo a otros niveles del sistema educativo como el secundario o el prepatatorio e incluso el primario, de tal manera que el alumno se familiarice desde pequeño con la relación entre la formación del colegio y la resolución de problemas en su entorno inmediato, además de encontrar los mecanismos para lograrlo.

Así este trabajo abre vías a trabajos posteriores para la modificación de los programas y planes de estudio.

El llevar a cabo un curso como el que se propuso, sin duda requiere de profesores e investigadores comprometidos con su labor docente, de mucho trabajo y apertura así como de una gran creatividad y sensibilidad lo que estoy segura existe de más en México.

Un aspecto importante es que la propuesta presentada, se pretende implementar en la Facultad de Ciencias como un grupo piloto y con los resultados que se obtengan, ir mejorando el curso de Biología Celular.

Finalmente considero que el cambiar o modificar los sistemas de enseñanza y vincularlos cada vez más con problemas reales, conduce al desarrollo de habilidades necesarias para el desempeño de una actividad determinada en el campo profesional; y con esto lograr enfrentar las necesidades cambiantes de la sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Alberts, B. (1963) "Molecular Biology of the Cell" Garland Publishing, Inc. New York.
- Alvarado R.M.E. "Guía para la elaboración de los programas de estudio" CISE marzo 1984.
- Armenta, O.I. (1985). "Práctica profesional del Biólogo en la ciudad de Puebla" Tesis de Licenciatura. Lab de Invest. Educativa. Facultad de Ciencias UNAM.
- Avers, Ch. (1981). "Biología Celular" Grupo editorial Iberoamericano. 2a edición México.
- Barrera y Avala-Castañares. 1973 "La enseñanza de las Ciencias Naturales en México". Rev. Biología Vol 3 No. 2 p. 167-174.
- Barrera "Panorama de la Biología en México" Rev. Biología vol 2 No 1 1969.
- Bracamontes, E. (1983). "Actividades Profesionales del Biólogo en Instituciones Biomédicas del D.F." tesis de licenciatura. Depto de Biología, Facultad de Ciencias Unam.
- Curso-Taller teorías del Aprendizaje 1.UNAM. 1978 Coordinación del CCH.
- De alba. 1989 "Teoría Pedagógica" lecturas introductorias CESU UNAM.
- Díaz Barriga (1986). "Un enfoque metodológico para los planes de Estudio" Rev.Fértiles Educativos. No. 10 CISE Unam.
- Díaz Barriga. tesis para una teoría de la evaluación y sus implicaciones en la docencia" Fértiles Educativos.
- Eisenberg, W. "Categorías y tipos de investigación educativa en Francia" 2a reunión académica de la siciación mexicana de investigadores de la educación 1989.
- Faure, E. (1987) "Aprender a ser" Alianza universidad UNESCO Madrid.
- Glazman, R. y M de Ibarrola. (1978) "Diseño de planes de estudio" Centro de Investigaciones y Servicios Educativos UNAM
- Gomez-Pompa, A. (1971) "Informe del grupo de educación o formación básica en ciencias biológicas" Rev. biología Vol II No 5 primer trimestre
- Ginsburg H. (1981). "Piaget y la teoría del desarrollo intelectual" 2a edición ed. prentice/Hall international España p.197-219.

- Gortari, E. (1983). "Metodología general y metodos especiales" Barcelona España.
- Grobstein, C. (1965). "The estrategy of life" W.H. Freeman.
- Hayashi, E. (1969). "Actividades profesionales del Biologo" Laboratorio de investigación educativa Facultad de Ciencias UNAM. revista Biología Vol 17.
- Isias, S. (1986). y (1989) "Análisis del programa vigente de Bioquímica de la Facultad de Ciencias UNAM. tesis de licenciatura. Laboratorio de Investigación Educativa de la Facultad de Ciencias de la UNAM.
- Karp, G. (1987). "Biología Celular" Mc. Graw Hill. México.
- Lawinobics (1980) "Introducción a Piaget: pensamiento, aprendizaje y enseñanza. Fondo educativo interamericano. Cap 2 p 19-49.
- Lopez de la Rosa, L.M.+ (1989). "Alcances criticos del plan de estudios vigente de la carrera de Biología. Laboratorio de Investigación educativa Facultad de Ciencias UNAM. Revista Biología Vol. 15 UNEB.
- Michel G. 1978 "Por una revolución educativa". ed. Guernika p 167.
- Manual de Practicas 2 (1986) Biología Celular. Laboratorio de Citología de la Facultad de Ciencias UNAM.
- Palencia G. J. et.al. (1972). Manual de Didáctica de las ciencias UNAM Centro de didáctica. UNAM.
- Pandal-Graf "Unificación de esfuerzos" en CONCAMIN enero 1980 p 16-18.
- Panza, M. (1985) "Didáctica. Fundamentación y Operatividad" Tomo I. ed. Guernika, Mexico.
- Panza, M. (1985) "Didáctica. Fundamentación y operatividad" Cap. de Elaboración de Programas cuarta unidad Tomo II CISE UNAM p. 9-47.
- Panza, M. (1989). "Las aportaciones de Jean Piaget al análisis de las disciplinas en el currículo" Serie sobre la universidad No 7 CISE UNAM.
- Quezada 1990 "Conceptos básicos de la evaluación del aprendizaje" (inédito)
- Rojas Soriano (1982) "El proceso de la investigación Científica" y "El proceso de investigación en las ciencias sociales" editorial trillas Cap. 2,3,5 y 6.

- Roman, M.F. (1989). "Estudio preliminar de las actividades de los Biólogos recién titulados en la Facultad de Ciencias" Laboratorio de investigación educativa Facultad de Ciencias UNAM.
- Salceda, R. (1989). "Niveles de organización" Depto. de Neurociencias Instituto de Fisiología Celular. Revista Biología Vol. 17.
- Tapia, R. (1985). "La Organización Molecular de la materia viva" CECSA, México. D.F.

## AGRADECIMIENTOS:

- El presente trabajo de tesis se realizó en el Laboratorio de Investigación Educativa de la Facultad de Ciencias de la UNAM, bajo la dirección de la Biol. Sara E. Islas Graciano, a quien agradezco su gran ayuda y paciencia.

- Así mismo, agradezco al Biol. Eduardo Hayashi M. por sus acertados comentarios durante el desarrollo de este trabajo.

- Quiero dar las gracias a mis compañeros del laboratorio, por las acaloradas discusiones y por su ayuda sincera, en especial a Julio y Gaby por su cariño y apoyo en todo momento.

- Agradezco también al Dr. Guillermo Laguna Hernández por su asesoría y amistad.

- También agradezco a mis sinodales, Dra. Rose Eisenberg de la ENEF Iztacala, Dr. Guillermo Laguna Hernández, M. en C. Alicia Brechu del Laboratorio de Citología de la Facultad de Ciencias, Biol. Eduardo Hayashi M. y Biol. Sara Islas G. del Laboratorio de Investigación Educativa de la Facultad de Ciencias por su interés en la revisión de este trabajo.

- Especialmente agradezco al Dr. Jesús Manuel León Cázares por su constante apoyo y orientación, no solo en la parte académica sino como persona.

- Finalmente doy las gracias a cinco excelentes personas, por fortuna mis amigos: Ing. Sergio Guzmán Lara, por su ayuda incondicional; Ing. Sergio Quintana Thierry por su inagotable comprensión; Ing. Sergio Shkurobich, por escucharme cuando más lo necesité; Biol. Mario Sousa Peña, por su cariño sincero y su optimismo.

Por último, al Ing. Federico Fernández Cancino, porque con su recuerdo he podido superar esta etapa tan difícil para mí. Gracias.

GUIA DE ENTREVISTA PARA ESPECIALISTAS, INVESTIGADORES Y DOCENTES  
EN EL AREA DE BIOLOGIA CELULAR

Por medio de este conducto, le saludamos atentamente, solicitando nos conceda una breve entrevista, que no durará más allá de 15 minutos.

El objetivo de esta entrevista es recabar su valiosa opinión acerca de algunos puntos de interés con respecto a la enseñanza de asignaturas teórico-prácticas.

Actualmente se está realizando en el Laboratorio de Investigación Educativa de la Facultad de Ciencias UNAM una investigación sobre la interacción de la teoría y la práctica en el proceso de aprendizaje de Biología Celular y su repercusión en el campo profesional.

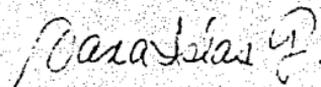
Los tópicos a tratar son los siguientes:

1. Que opinión tiene sobre los programas de Biología Celular en la UNAM.
2. Cual es el campo profesional de los egresados que se dedican a la Biología Celular.

Sin más por el momento y agradeciendo la atención prestada, quedo de Ud.

A T E N T A M E N T E .

Ma. Carmen González Rodríguez  
Prof. Biología Celular  
Facultad de Ciencias  
Departamento de Biología

  
Vo.Bo. Biol. Sara Islas Graciano  
Laboratorio Investigación  
Educativa Facultad de  
Ciencias UNAM

## ( ANEXO B )

## PROGRAMA DE BIOLOGIA CELULAR

## CAPITULO I INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LA CELULA

## TEMA I ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

## I TEORIA CELULAR

Discutir los datos históricos sobre las aportaciones y avances tecnológicos que permitieron profundizar en el estudio de la célula.

Enunciar y discutir los postulados de esta teoría y el impacto en su momento histórico.

## TEMA II ORGANIZACION Y ESTRUCTURA GENERAL DE LAS CELULAS 3 hr.

## 1 PROCARIONTES

Revisar brevemente la estructura de los procariontes.

## 2 EUKARIONTES

Dar un panorama general de los distintos organelos que componen esta células, su estructura y función.

Hacer un cuadro comparativo de Procariontes y Eucariontes.

## TEMA III DIVERSIDAD Y UNIDAD CELULAR

Hacer énfasis en la unidad y diversidad de los organismos vivos utilizando como ejemplo la clasificación de los cinco reinos de R. Whittaker.

## TEMA IV ORIGEN Y EVOLUCION CELULAR

## 1 ORIGEN DE PROCARIONTES

Dar un panorama general de la evolución química prebiológica como antecedente del surgimiento de la primeras células.

## 2 ORIGEN DE EUKARIONTES

Discutir las hipótesis más fundamentadas acerca del origen de las células eucariontes (Simbiótica y no simbiótica).

## CAPITULO II. ORGANELOS CELULARES

## TEMA V PARED CELULAR

## 1 PARED CELULAR BACTERIANA

Establecer las funciones de la pared primaria bacteriana y conocer sus componentes básicos.

## 2 PARED CELULAR VEGETAL

Entender con base en su organización a nivel molecular como crecen las células vegetales y cuales son los puntos de crecimiento del vegetal.

## TEMA VI MEMBRANA

10 hr.

## 1 COMPOSICION QUIMICA

## 1.1 Bicapa Lipídica

Revisar la estructura química y polaridad de los principales ácidos fosfatídicos.

Comprender la formación de bicapas fosfolípidicas con base en su anfipaticidad.

Revisar la movilidad de los fosfolípidos en una monocapa y de una a otra (flip-flop).

Revisar punto de fusión de los ácidos grasos que intervienen en la formación de fosfolípidos y discutir el estado físico de una bicapa formada por ellos.

## 1.2 Proteínas Membranales

Diferenciar entre proteínas integrales y periféricas.

Entender la importancia de la simetría de la membrana.

Explicar la movilidad de las proteínas membranales, utilizando el experimento de Frye y Edidin.

## 2 MODELOS ESTRUCTURALES

Revisar los modelos de Gorter y Grendel (1925).

Davson y Danielli (1935), Robertson (1960) y analizar el de Singer y Nicolson (1972).

## 3 CARBOHIDRATOS DE LA MEMBRANA

3.1 Revisar la estructura y función de carbohidratos de superficie de membrana tanto en procariontes (adherencia) como en Eucariontes (receptores), y el papel de las lectinas en su estudio.

3.2 Matriz Extracelular.

## 4 MECANISMOS DE TRANSPORTE

Explicar la permeabilidad de la membrana al agua y a los solutos.

- 4.1 Difusión
- 4.2 Transporte Pasivo.  
Mencionar los distintos tipos de transporte:  
Antiport, Sinport, y Uniport.
- 4.3 Transporte Activo.  
Revisar la bomba de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$
- 4.4 Efecto de la concentración de solutos.  
Distinguir entre soluciones hipo, iso e hipertónicas.
- 4.5 Transporte masivo  
Revisar los conceptos de Endocitosis (fago y pinocitocis) y Exocitocis.  
Endocitosis mediada por receptores.

## TEMA VII UNIONES INTERCELULARES

Revisar la estructura y función de los tres tipos de uniones más conocidos: Impermeables, adherentes y de comunicación.  
Plasmodesmos.

## TEMA VIII CITOESQUELETO Y MOVIMIENTO

- 1 COMPONENTES DEL CITOESQUELETO
  - 1.1 Microtúbulos  
Revisar estructura, mecanismo de polimerización, componentes (tubulina, MAP, tau) y papel de la coalicina.
  - 1.2 Microfilamentos  
Revisar estructura y diferentes tipos de proteína (actina G, actina F, profilina).
  - 1.3 Filamentos Intermedios  
Revisar diferentes tipos de estos filamentos (Queratina, desmina, neurofilamentos, etc).
  - 1.4 Microtrabéculas  
Discutir la importancia de esta estructura como armazón estructural de la célula.
- 2 MOVIMIENTO
  - 2.1 Cilios y Flagelos  
Analizar ultraestructura y papel en la locomoción así como en células sésiles (tráquea, oído, etc.).

- 2.2 Centríolo y Cuerpo Basal.  
Revisar su ultraestructura, su posible participación como organizador del huso acromático y la sincronización del movimiento ciliar.
- 2.3 Huso acromático.  
Revisar sus componentes y brevemente su papel en el movimiento de los cromosomas.
- 2.4 Movimiento amiboideo.

## TEMA IX SISTEMAS MEMBRANALES INTERNOS

6 hrs.

- 1 RETICULO ENDOPLASMICO Y RIBOSOMAS  
Revisar su estructura y composición química.  
Analizar síntesis de proteínas lisosomales y de secreción (Hipótesis de la señal).  
Revisar síntesis de lípidos y detoxificación.
- 2 GOLGI  
Identificar las diferentes reacciones enzimáticas que se llevan a cabo en cada uno de los dictiosomas.  
Reconocer el distinto marcaje de las proteínas de vesículas de exportación y lisosomales.  
Analizar los pasos finales de la exocitosis y su relación con el reciclaje de membrana.
- 3 LISOSOMAS  
Comparar los diferentes estadios de lisosomas, identificando primario, secundario y cuerpo residual.  
Analizar los mecanismos de digestión, defensa y autodigestión controlada, así como la participación del lisosoma en enfermedades como las asbestosis, Tay Sachs, etc.
- 4 MICROCUERPOS (Peroxisomas y Glioxisomas)  
Revisar los diferentes procesos oxidativo en los que intervienen.  
Analizar su interrelación con mitocondria y cloroplasto y mencionar su significado evolutivo.

## TEMA X ORGANELAS GENERADORAS DE ENERGIA

6 hrs.

- 1 MITOCONDRIA  
1.1 Estructura.  
Diferenciar la permeabilidad y componentes de las membranas mitocondriales, espacio intermembranal y matriz.

## 1.2 Función.

Revisar los puntos principales de la vía oxidativa que genera el poder reductor (NADH y FADH<sub>2</sub>).

Analizar la relación que guarda al transporte de e<sup>-</sup> y la fosforilación oxidativa (Hipótesis de Mitchell).

## 2 CLOROPLASTO

## 2.1 Estructura

Describir la estructura y composición química del aparato fotosintético en bacterias, cianofitas y plantas superiores.

## 2.2 Función

Revisar las reacciones dependientes de luz en las que se genera NADPH y ATP y su utilización en la reducción del CO<sub>2</sub> en plantas C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> y CAM.

## 3 BIOGENESIS

Revisar los procesos por los cuales se forman nuevas mitocondrias y cloroplastos: Fragmentación, segmentación y protoplastos.

## TEMA XI NUCLEO

## 1 ENVOLTURA NUCLEAR

8 hrs.

Analizar la estructura y composición de la envoltura nuclear, del complejo de poro y su relación con el transporte de materiales.

## 2 CRONATINA Y ESTRUCTURA CROMOSOMICA

Describir la composición química de la cronatina.

Revisar los diferentes niveles de compactación: Fibra 10 nm,

fibra 30 nm, dominios de asa y bandas. Distinguir entre eucromatina y heterocromatina.

Describir la morfología de los cromosomas metafásicos.

## 3 NUCLEOLO

Analizar la estructura y composición, región granular, región fibrilar, DNA asociado y su participación en la biogénesis de subunidades ribosomales.

## 4 NAVEIO NUCLEAR ( Y NUCLEOPLASMA )

Analizar su participación en la organización y transcripción del DNA así como la interacción con hormonas esteroides y procesos de transducción.

## 5 CICLO CELULAR

Definir el ciclo celular puntualizando el tipo de células que lo efectúan.

Discutir como fueron establecidas las diferentes fases y la duración de las mismas.

## 5.1 Interfase (Fase G1, S, G2).

Discutir los eventos morfológicos y fisiológicos distintivos de cada fase, duplicación y transcripción del ADN. Comparar entre pro y eucariontes.

## 5.2 Mitosis

Analizar sus fases, revisar la citocinesis y discutir la importancia de la mitosis en la proliferación y mantenimiento de los organismos.

## 5.3 Meiosis

Analizar las dos divisiones nucleares que se suceden en la meiosis haciendo énfasis en la recombinación genética. Analizar su importancia como generadora de la variabilidad y su relación con la evolución de las especies.

## 6 REGULACION GENETICA

Analizar los diferentes niveles de regulación de la expresión genética.

## 6.1 Procariontes

Revisar el modelo de Jacob y Monod sobre la inducción y represión de genes.

## 6.2 Eucariontes

Conocer la influencia que ejerce el citoplasma sobre la actividad nuclear.

## CAPITULO III DIFERENCIACION E INTEGRACION

## TEMA XII DIFERENCIACION

2 hr.

Definir el concepto de Diferenciación Celular.

## 1 Organismos unicelulares

Ejemplificar con la formación del cuerpo fructífero de *Dictyostelium*, la formación de endosporas en bacterias, etc.

## 2 Organismos pluricelulares.

Conocer la interacción núcleo-citoplasma haciendo énfasis en los conceptos de totipotencialidad y determinación, utilizar alguno de los siguientes ejemplos: trasplante de núcleos de células epiteliales en oocito de rana; depósito de microfibrillas en la pared celular vegetal, desarrollo de *Drosophila* (Genes homeóticos), especialización de tipos celulares, regeneración.

TEMA XIII INTEGRACION (Revisar alguno de los siguientes temas).

- 1 Cáncer
- 2 Inmunidad
- 3 Envejecimiento
- 4 Comunicación celular
- 5 Ingeniería Genética

CAPITULO IV METODOS PARA EL ESTUDIO DE LA CELULA

- I Microscopía
  - 1.1 Microscopio fotónico
    - Fundamentos físicos
    - Campo claro
    - Contraste de fase
  - 1.2 Microscopio Electrónico
    - Fundamentos físicos
    - De transmisión
    - De barrido
  
- II CULTIVO DE CELULAS
  
- III METODOS HISTOLOGICOS
  - Fijación
  - Inclusión
  - Corte
  - Tinción
  
- IV ANALISIS DE FRACCIONES CELULARES
  - Centrifugación diferencial
  - Cromatografía
  - Electroforesis
  - Espectroscopía
  
- V MARCAJE
  - Inmunofluorescencia
  - Autorradiografía

## BIBLIOGRAFIA

Albert, Bray, Lewis, Raff, Roberts, Watson. *Biología Molecular de la Célula*. Ed. Omega. España 1985.

Avers, Ch. *Biología Celular*. Grupo Editorial Iberoamericano. 2a. Ed. México. 1981.

Karp, G. *Biología Celular*. Mc Graw Hill. México. 1987.

TEMA	SUB TEMA	ALBERTS (en Inglés)	AVERS	KARP
I Antecedentes y Generalidades	1		1 - 9	2 - 3
	2			
II Organización y Estructura	1	11-27	9 - 21	25 - 35
	2	11-27		
III Origen y Evolución	1	4-11		823 - 825
	2			
IV Pared	1	9,11,377		239 - 242
	2	1099-1129	14,437,441	
V Membrana	1	256-283	25-28,33-48	149-153 y 164-197
	2		37-96,113-120	153 - 154
	3	283-286	28-73	
	4	286-301	96-120	201-219 y 293-302
VI Uniones		674-713	102-113	253-264
VII Citoesqueleto	1	569-577	14,241-246	683-701
	2	561-605	261-268	795-808
			253-261,269-274	
VIII Membranas Internas	1	335-354		271-281 y 314-324
	2	355-366	203-216	281-293
	3	367-371	216-223	302-309
	4	372-376	223-238	309-314
IX Energía	1	434-509	123-157	329-367
	2	510-527	161-195	371-408
	3	528-543	157-160,195-200	
X Núcleo	1	429-435	378-383	512-536
	2	386-406	385-394	526-536
	3	424-427	383-385	571-572
	4			533
	5	611-668	415-423	717-753
			426-441	
			443-473	

Métodos de Estudio  
de la Célula

Cap. 4

Cap. 20

BIBLIOGRAFIA

- III ORIGEN Y EVOLUCION CELULAR  
 Dickerson, R.E. La Evolución Química y el Origen de la Vida I y C. (26): 34-53 Nov. 1978.  
 Schopf, W.J. La Evolución de las células primitivas I y C (26): 58-75 (Nov. 78).  
 Margulis, L. y Sagan D. El origen de las células eucariotes Mundo Científico 5(46): 366-375 (1985).  
 Raff, R.A. y Mahler. The non symbiotic origin of mitochondria Science 177: 575-582 (1972).
- IV PARED  
 Albershime, F. The wall of growing plant cell. Sci. Am. 232 (4): 80-95 (Abril 1975).  
 Sharon The bacterial cell wall Sci. Am. 220 (5): 92-98 (May 1969).
- V MEMBRANA  
 Bretscher, M.S. Las moléculas de la membrana celular I y C (111): 66-75 (Dic. 85).  
 Lodish y Rotman. La formación de membranas celulares I y C (30): 20-37 Marzo 1979.  
 Sharon, N. Lectinas. I y C (11): (96-100) (Ago. 77).
- VI UNIONES INTERCELULARES  
 Staehelin, A.L. Uniones intercelulares I y C (22): 76-86 (Jul. 78).
- VII CITOSQUELETO  
 Weber, K. y Osborn, M. Moléculas de la matriz celular I y C (111): 76-88 (Dic. 85).  
 Porter y Tucker. El Armazón celular I y C (56): 16-28 (Mayo 1981).
- VIII SISTEMAS MEMBRANALES INTERNOS  
 Lake J.A. EL ribosoma, I y C (61): 54-68 (Oct. 1981)  
 Rothman, J.E. La organización compartimentalizada del aparato de golgi I y C (110): 46-60 (Nov. 85).  
 De Duve El Lisosoma Sci. Am. 208 (5) May 1963
- IX ORGANELOS GENERADORES DE ENERGIA  
 Hinkle, P. Como fabrican ATP las células I y C (20): 58-75 (Mayo 78)  
 Somerville, C.R. Las fotosíntesis de las plantas. Mundo Científico 4(73): 812-823 (1984).

De Duve, Microbodies in the living cell Sci. Am. 248(5):  
Mayo 1983).

X

NUCLEO

Hazin, D. The cell cycle Sci. Am. 230 (1): 54(1974)

XI

DIFERENCIACION

Gurdon, J.B. The developmental capacity of nuclei taken from  
intestinal epithelium cells of feeding tadpoles J. Embryol and  
Exp Morphol 10: 622-640 (1962).

XII

INTEGRACION

Hayflick, L. Biología celular del envejecimiento humano I y C  
(42): 24-32 (Mar 1980)

Snyder, S.H. Base molecular de la Comunicación intercelular.  
I y C (111): 100-110 (Dic. 85).

Beridge, M.J. Base molecular de la Comunicación intracelular  
I y C (111): 112-122 (Dic. 85).

Sachs, L. Crecimiento, diferenciación y remisión del cáncer,  
I y C 114: 24-32 marzo (1986).

Tiollais, P. y Dejean, A. El virus de la hepatitis B. Mundo  
Científico No. 54, vol. 6, págs. 26-35.

## PROGRAMA DE PRACTICAS DE BIOLOGIA CELULAR

I. TECNICAS

1. Microscopía. Conceptos básicos y diferentes técnicas de microscopía óptica y electrónica.
  - a. Campo claro (Iluminación Köhler)
  - b. Contraste de Fases
  - c. Campo Oscuro
2. Calibración del Microscopio.
3. Uso de la Cámara de Neubauer ó hemocitómetro.
4. Fraccionamiento Celular (Centrifugación).
5. Espectrofotómetro.

NOTA<sub>1</sub>: Técnicas 1 y 2 mínimo 12 horas; Técnicas de la 3 a la 5, mínimo 6 horas.

NOTA<sub>2</sub>: Revisar el manejo del material de cristalería.

II. FISIOLOGIA CELULAR

1. Membrana plasmática (mínimo 6 horas)
  - a. Permeabilidad
  - b. Transporte
  - c. Superficie celular
2. Organelos (mínimo 3 horas)
  - a. Mitocondria
  - b. Cloroplasto
  - c. Lisosomas
3. Núcleo (mínimo 3 horas)
4. Diferenciación celular (opcional)

## PRACTICAS OBLIGATORIAS (\*)

I. TECNICAS

1. \* Campo claro. Iluminación Köhler
2. \* Contraste de fases y Campo oscuro
3. \* Calibración del microscopio, relación forma y función celular
4. Conteocelular (Cámara de Neubauer)
  - \* Conteo celular (Cámara de Neubauer y Espectrofotometría)
  - Cuantificación de leucocitos de sangre periférica (Centrifugación y Cámara de Neubauer)
5. \* Espectrofotometría
  - Espectro de hemoglobina

II. FISIOLOGIA CELULAR

1. \* Permeabilidad celular (Tonicidad)
  - Transporte a través de la membrana
  - \* Superficie celular
2. Respiración celular
  - \* Fotosíntesis
  - Lisosomas
3. Mitosis
  - Meiosis
  - \* Corpúsculo de Barr
  - Cultivo de linfocitos
4. Fraccionamiento celular (Centrifugación)
  - \* Cultivo de tejidos vegetales
  - Desdiferenciación celular en zanahoria por Agrobacterium tumefaciens

NOTA: En el caso de que un asterisco (\*) esté en más de una práctica, implica que se puede hacer cualquiera de ellas.

Número aproximado de sesiones de laboratorio por semestre: 16; las cuales deben quedar repartidas de la siguiente forma:

- 9 sesiones de prácticas
- 1 sesión para examen
- 2 sesiones de discusión
- 4 sesiones de actividades opcionales

EVALUACION PARA  
PROFESORES DE LA MATERIA  
DE BIOLOGIA CELULAR

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA / FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

EVALUACION PARA PROFESORES DE LA MATERIA  
DE BIOLOGIA CELULAR.

A los alumnos de la materia :

Esta encuesta ha surgido como una necesidad de los PROFESORES de la materia de BIOLOGIA CELULAR de conocer la opinión de sus alumnos con respecto a su práctica docente.

Si deseamos mejorarla, primero debemos conocer nuestros errores y consideramos que son ustedes, nuestros alumnos, quienes pueden señalarlos, ya que son ustedes quienes están directamente involucrados en el proceso.

Los resultados de esta encuesta nos permitirán detectar nuestras fallas y corregirlas promoviendo cursos, seminarios, mesas redondas, trabajos grupales etc. actividades que en última instancia redundarán en la elevación del nivel académico de los cursos.

La encuesta está dividida en dos partes:

PARTE I; PROFESOR TITULAR

PARTE II; PROFESOR DE LABORATORIO.

Las preguntas vienen con una puntuación de 100 a 0, como máximo y mínimo respectivamente. Según su apreciación el alumno tachará el valor que le parezca más adecuado según la pregunta. El resultado de las encuestas nos dará una idea aproximada sobre lo que opinan nuestros alumnos sobre el quehacer docente.

Agradecemos en todo lo que vale tu cooperación.  
ATENTAMENTE: LOS PROFESORES DE LA MATERIA DE BIOLOGIA CELULAR.

PARTE I: Profesor: titular \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

- 1.-El maestro dió a conocer el programa al inicio del curso  
100 75 50 25 0
- 2.-El maestro cumplió con el programa del curso  
100 75 50 25 0
- 3.-El maestro expuso con claridad los temas que integran el curso  
100 75 50 25 0
- 4.-El maestro repitió los conceptos cuando los alumnos así lo solicitaron  
100 75 50 25 0
- 5.-El maestro ejemplificó los temas con problemas biológicos actuales  
100 75 50 25 0
- 6.-El maestro utilizó, además del pizarrón, otros recursos didácticos como: diapositivas, películas, carteles, etc.  
100 75 50 25 0
- 7.-El maestro hizo hincapié en la relación de la Biología Celular con otras materias del curriculum del biólogo  
100 75 50 25 0
- 8.-El maestro calificó los trabajos que solicitó y dió, a conocer la calificación a sus alumnos  
100 75 50 25 0
- 9.-El maestro dió respuestas satisfactorias a las preguntas de los alumnos  
100 75 50 25 0
- 10.-El maestro hizo participar al alumno dentro de la dinámica de la clase  
100 75 50 25 0
- 11.-El maestro asistió a clases con regularidad  
100 75 50 25 0

PARTE I: Profesor titular \_\_\_\_\_ continúa

12.-El maestro fue puntual en sus clases

100 75 50 25 0

13.-El maestro demostró tener conocimientos de la materia

100 75 50 25 0

14.-El maestro evaluó satisfactoriamente durante el curso

100 75 50 25 0

15.-El maestro planteó problemas biológicos que hicieron que el alumno desarrollara su capacidad de análisis

100 75 50 25 0

16.-El maestro aplicó un tipo de exámenes satisfactorios

100 75 50 25 0

17.-El maestro dió su curso a un nivel académico (licenciatura).

100 75 50 25 0

18.-El maestro discutió con sus alumnos al inicio del curso, los métodos de evaluación

100 75 50 25 0

19.-El maestro revisó y discutió el resultado de los exámenes con sus alumnos

100 75 50 25 0

## RELACION MAESTRO-ALUMNO

Nombre del profesor \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

(Titular)

1.- El maestro animó a los alumnos a estudiar la materia.

100 75 50 25 0

2.- El maestro estableció buenas relaciones con sus alumnos

100 75 50 25 0

3.- El maestro hizo que el alumno sintiera confianza para exponerle sus dudas

100 75 50 25 0

4.- El maestro escuchó los problemas que impedían el correcto aprendizaje en el alumno

100 75 50 25 0

5.- El maestro normalmente se mostró optimista al presentarse frente al grupo

100 75 50 25 0

6.- El trato del maestro hacia los alumnos generalmente fue cordial.

100 75 50 25 0

7.- El maestro generalmente se mostró dispuesto a resolver cualquier problema surgido en el grupo.

100 75 50 25 0

8.- El maestro logró promover la participación espontánea de los alumnos en la clase

100 75 50 25 0

PARTE II: Profesor de Laboratorio \_\_\_\_\_

Grupo \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

- 1.- El profesor informó a los alumnos sobre el número y tipo de prácticas al inicio del curso  
100 75 50 25 0
- 2.- El profesor discutió con el alumno, al inicio del curso, el sistema que se seguiría en el Laboratorio  
100 75 50 25 0
- 3.- El profesor estableció los métodos de evaluación que se seguirían durante el curso de laboratorio  
100 75 50 25 0
- 4.- El profesor revisó y calificó las prácticas de laboratorio el el tiempo previamente convenido con los alumnos  
100 75 50 25 0
- 5.- El profesor comprobó que la práctica fuese comprendida por los alumnos antes de iniciar el trabajo de laboratorio  
100 75 50 25 0
- 6.- El profesor discutió los resultados de las prácticas con sus alumnos  
100 75 50 25 0
- 7.- El profesor dió con anticipación la lista del material y equipo requerido para la práctica  
100 75 50 25 0
- 8.- Con que regularidad asistió el Profesor a las Prácticas  
100 75 50 25 0  
90
- 9.- El profesor fué puntual al llegar a las prácticas de Laboratorio  
100 75 50 25 0
- 10.- El maestro demostró habilidad para manipular los aparatos de laboratorio.  
100 75 50 25 0
- 11.- El maestro conocía la metodología aplicada en las distintas prácticas de laboratorio.  
100 75 50 25 0

## PARTE II: Profesor de laboratorio: \_\_\_\_\_

- 12.- El maestro enseñó a usar con anticipación y correctamente los aparatos que serán utilizados durante la práctica.  
100 75 50 25 0
- 13.- El maestro fué capaz de explicar y de dar respuestas satisfactorias tentativas cuando el resultado de una práctica no fué el esperado.  
100 75 50 25 0
- 14.- El maestro vigiló constantemente el desarrollo de la práctica  
100 75 50 25 0
- 15.- El maestro planteó, a partir del resultado de las prácticas, nuevos problemas por resolver.  
100 75 50 25 0
- 16.- El maestro despertó tu interés por el trabajo experimental en BIOLOGIA CELULAR.  
100 75 50 25 0.

## RELACION MAESTRO-ALUMNO

Nombre del profesor \_\_\_\_\_ . Grupo \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 (LABORATORIO)

- 1.- El maestro animó a los alumnos a estudiar la materia.  
 100 75 50 25 0
- 2.- El maestro estableció buenas relaciones con sus alumnos  
 100 75 50 25 0
- 3.- El maestro hizo que el alumno sintiera confianza para exponerle sus dudas  
 100 75 50 25 0
- 4.- El maestro escuchó los problemas que impedían el correcto aprendizaje en el alumno  
 100 75 50 25 0
- 5.- El maestro normalmente se mostró optimista al presentarse frente al grupo  
 100 75 50 25 0
- 6.- El trato del maestro hacia los alumnos generalmente fue cordial.  
 100 75 50 25 0
- 7.- El maestro generalmente se mostró dispuesto a resolver cualquier problema surgido en el grupo.  
 100 75 50 25 0
- 8.- El maestro logró promover la participación espontánea de los alumnos en la clase  
 100 75 50 25 0

## TRANSCRIPCION ENTREVISTA ENEP IZTACALA SISTEMA MODULAR IZM

JOSEFINA VAZQUEZ

PASANTE DE BIOLOGIA

(cuestionario completo)

DURACION 30 minutos

Bueno en cuanto al metodo de enseñanza, (eh) la pregunta de que entiende usted por el ciclo de enseñanza aprendizaje, yo podria decir que es el proceso mediante el cual se relaciona uno con los alumnos, para (m) mediante este proceso ellos adquieran un conocimiento, uno va a utilizar diversas técnicas para conseguir este hecho; yo siento que si hay muchas diferencias entre lo que es enseñar y lo que es aprender, o sea, uno puede llegar y plantear la información, y eso no quiere decir que los alumnos en realidad vayan a adquirir esa información que uno esta presentando. y bueno, yo creo que el problema de muchos de nosotros es que nos cuesta trabajo en realidad (eh) lograr que los alumnos aprendan, y de hecho las maneras en las que uno evalua no siempre son adecuadas bueno yo considero así, que no siempre van a medir lo que ellos están aprendiendo, quizá uno trata de medirlo pero no siempre se logra.

Como es el plan modular?

Mira, el plan modular se creo con la idea de formar biólogos que pudieran resolver problemas concretos si, (eh) lo que se habia visto es que en el plan tradicional se daba mucha información y que al final de la carrera (bueno) el Biologo tenia información pero no sabia como aplicar esa información que obtuvo durante el transcurso de la carrera, entonces la idea del

plan modular era justamente (este) esa (no), quizá suprimir un poco de la información que se da en el plan tradicional, para dejar más tiempo; y que los alumnos adquieran destreza en resolver problemas, entonces el plan modular consiste en darles la información mínima que ellos requieran para resolver problemas.

Esta dividido en varias etapas; en las primeras etapas se ve lo que serían biomoléculas o sea se ven los fundamentos de las biomoléculas a la par de que estén llevando una materia teórica donde se trata de integrar la información, (este) están ellos realizando un proyecto de investigación en el cual van a aplicar los conocimientos que están adquiriendo en la parte teórica. Entonces la idea es que la información que están adquiriendo al mismo tiempo la estén aplicando en la resolución de algún problema (aja) entonces en la primera parte se ve lo que es biomoléculas y en la materia práctica, que es método, (este) realizan un proyecto de investigación referente a biomoléculas y bueno se les dá lo que es método científico, y después en el segundo modulo, que es el que correspondería al que doy yo, en la materia teórica se llama procesos de regulación de los organismos, entonces en ella se tratan de ver (eh) como están regulados los procesos metabólicos de los organismos, plantas y animales, entonces ves un poco de fisiología animal, fisiología vegetal bioquímica y Biología Celular, y justamente, también los conocimientos que van adquiriendo en esta materia, los aplican ellos en la resolución de un problema en la parte de método experimental, ellos tratan de resolver un problema fisiológico (m) y bueno la etapa siguiente se refiere a diversidad de los

organismos, entonces en la parte teórica se da diversidad de (eh) los organismos y también realizan otro proyecto, y la última etapa, bueno no la penúltima etapa, revisan cuestiones de ecología, también hacen un proyecto, (o sea) en cada semestre llevan una materia teórica y una materia práctica y bueno también en esta etapa llevan un taller de estadística y las asesorías de estadística se las dan durante todo el semestre. La última etapa, ellos se abocan a un laboratorio del área que les interesa y en él permanecen tres semestres, los últimos tres semestres de la carrera haciendo (bueno) la labor que se les asigna en el laboratorio (o sea), la idea es que se empapen o entren en contacto con el trabajo de un laboratorio, entonces ellos se integran al laboratorio y llevan nada más cursos monográficos que están relacionados con lo que ellos realizan en el laboratorio, esta tercera etapa que se toma en modular, la realizan tanto en laboratorios de aquí de la escuela como en laboratorios de fuera de la escuela, en CU, en Cinvestav, ya que tienen contactos con laboratorios de aquí, para que los alumnos de modular ingresen allá a trabajar.

Como es el curso?

Mira como la idea en modular es integrar la información, no se ve un curso de Biología Celular como lo manejamos en tradicional que uno empieza a ver los organelos, (este) la composición de la célula como tal, sino que los temas de Biología Celular se van integrando en cada una de las unidades del temario, por ejemplo: uno ve transporte (bueno) en esa parte de transporte, uno lo ve desde nivel celular, hasta nivel de

sistemas, igual en los otros temas, en el tema de reproducción uno empieza por ver, cuestiones cromosómicas, (este), se habla de cuestiones celulares y de ahí se continúa con la reproducción sexual, asexual, y los procesos ya por ejemplo del comportamiento de apareamiento, entonces en cada una de las unidades hay una parte de lo que es justamente Biología Celular para explicar cada uno de los temas, entonces se verían transporte y metabolismo con sus cuestiones bioquímicas y las relacionan siempre con la estructura y la función de los organelos donde se llevan a cabo.

Si uno habla de metabolismo, a la par de dar la teoría de metabolismo, por ejemplo: explica cinética enzimática y entonces uno dice (bueno) existen técnicas espectrofotométricas para realizar estudios enzimáticos, dependiendo del proyecto que ellos elijan en la parte de laboratorio, sólo revisarán entonces la información técnica referida a su proyecto eje, entonces la cuestión es que ellos van a manejar algún equipo, por ejemplo y otros otro (aja) bueno lo que se hace también en la parte de laboratorio es que ellos constantemente están exponiendo los avances que llevan en los trabajos y finalmente exponen el trabajo terminado, para que los demás por lo menos se enteren de los trabajos que hicieron sus compañeros, pero de hecho la metodología que utiliza cada quien, va a ser diferente y cada quien va a manejar la metodología que utiliza en su proyecto y no la de los demás, si hay oportunidad de utilizar más, (bueno) yo por ejemplo que trabajo aquí, puedo decir, (bueno) aquí se trabaja metabolismo, entonces los puedes traer y a veces si se hace con las diferentes áreas que manejan los profesores que formamos parte del grupo, y bueno a veces los llevan y les dan

una breve plática pero no lo manejan ellos (alumnos).

Responde al plan de estudios?

(M) en el papel si, lo que pasa (m) o al menos, de lo poco que yo he visto, yo llevo poco tiempo de dar clase, que los programas no siempre los llevamos a cabo, la idea es que los alumnos vayan integrando la información y la estructura del temario lleva una organización de lo más simple a lo más complejo para que ellos vayan integrando la información; y no todos los profesores lo damos con ese orden, entonces, para mí eso es un problema, y me lo han dicho muchos alumnos, o sea a veces no llegan a integrar la información, ven un módulo por un lado y otro por otro y no están integrando la información y (bueno) aunque en el papel los objetivos cumplieran con los propósitos del plan en la realidad no ocurre.

Manual de prácticas?

Mira, por ejemplo para lo que es biomoléculas existe un manual que tenemos por aquí de técnicas, es un manual que se hizo aquí en el laboratorio con técnicas que se utilizaron, es decir, se organizó a partir de los mismos semestres, de técnicas que se veía que los alumnos utilizaban con frecuencia, entonces, por ejemplo de los demás módulos de método yo desconozco si haya algo por el estilo, de la materia que yo doy, se están haciendo cuadernitos como notas, con la información básica que el alumno debe manejar para (este) para que bueno por lo menos tenga eso como base además de la información que ellos consulten pero esto apenas se está haciendo del semestre para acá.

En cuanto a la practica profesional?

Bueno ahí es una información mínima que uno debe manejar para enfrentarse a cualquier problema de tipo biológico independientemente del area a la que uno se vaya a remitir posteriormente.

La idea es que los alumnos lleguen a integrarse de una manera más facil al trabajo práctico (o sea) como ellos realizan proyectos en todo el trayecto de su carrera, tienen mayores destrezas (o sea) en el manejo del laboratorio.

Yo siento que si funciona, lo que he visto, (pues) de los egresados que llegan a trabajar en sitios, son bien reconocidos la gente que llega de modular de Ixtacala. El problema quizá sea que (o sea) en cuanto al manejo del laboratorio, no siempre son diestros pero quizá no siempre se lleva la visión de la problemática que existe, es decir, cuales son los problemas reales a los que se van a enfrentar.

A lo mejor si hay una diferencia entre que tu sepas manejar técnicas y desenvolverte en un laboratorio, es decir, resolver un problema que existe y que vamos, se va a presentar en algún empleo.

Aplicación en la sociedad?

Si, en medicina por ejemplo, o sea así una aplicación práctica en Biotecnología. Se aplica a cuestiones de salud por ejemplo cancer y también a cuestiones de agricultura, por ejemplo de nutrición, de alimentación. Sin la formación básica que se aporta, quizá no se podría dar el paso siguiente que es la aplicación de esos conocimientos en algo práctico para la sociedad.

Nota: en esta entrevista se incluyen comentarios accesorios que son importantes de ser mencionados.

Comentarios:

Dentro de los dos sistemas de enseñanza (modular y tradicional) cada quién funciona independientemente. Algunas de las ventajas del sistema modular son: la formación, integración y aplicación de los conocimientos, mientras que el tradicional es solamente proporcionar información.

En el sistema modular se aceptan hasta 25 alumnos, si hay una buena infraestructura, suficientes reactivos y aparatos porque las prácticas y trabajos se llevan a cabo en los laboratorios de investigación.

Existe la creencia aun entre los mismos alumnos, que los "moduleños" (como les llaman) son mejores que los tradicionales, en realidad son diferentes pero ninguno es mejor que el otro.

Los cursos que se imparten en ambos sistemas son teórico-prácticos se leen artículos donde se revisan las metodologías, se consiguen las técnicas y si hay dudas, el maestro las resuelve.

Como último comentario se menciona que se gasta más en el sistema modular que en el tradicional, ya que la idea es mejorar la carrera; al principio los alumnos tenían la opción de elegir que sistema de enseñanza preferían, pero ahora debido a la demanda tan grande, los alumnos de primer ingreso se sortean, por supuesto hay la posibilidad de cambio pero siempre y cuando sea por permuta.

(ESTA PROFESORA PROFONE UNA ESPECIE DE SIMPOSIO O REUNION DE PROFESORES INTERESADOS EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGIA CELULAR)

TRANSCRIPCIÓN DE ENTREVISTA FACULTAD DE QUÍMICA DOCENTE

MARGARITA OLIVA

23 AÑOS DE EXPERIENCIA

DOCENTE E INVESTIGADOR

DURACIÓN: 10 MINUTOS

1. ¿Qué opinión tiene sobre los programas de Biología Celular en la UNAM, y de cómo se imparte esta asignatura?

Bueno mira, quiero aclarar unas cosas, específicamente de los programas de Biología Celular de la UNAM en general, no te podría hablar, conozco poco y no de todas las instituciones. Te podría decir en general que la Biología Celular es una materia fundamental, básica para las materias biológicas, químico biológicas, es decir, todo aquello que va a estar relacionado en algún momento con la vida, puesto que nos va a dar los fundamentos y el conocimiento de la célula.

Puedo mencionar algunas cosas como experiencia y como conocimiento que tengo, por ejemplo: en el caso de las ENEFS, ENEF Zaragoza y ENEF Cuautitlán (eh) tienen en diferente forma los programas de Biología Celular. En la ENEF Zaragoza la tienen integrada dentro de los programas de Bioquímica (eh) ésta es una modalidad que han adoptado puesto que (eh) la ENEF Zaragoza tiene programas modulares, semimodulares, porque no son modulares completamente. En el caso de la ENEF Cuautitlán tienen una materia separada igual que en el caso de nuestra institución que es la Facultad de Química, nosotros proporcionamos aquí el estudio de Biología Celular a los muchachos que van a estudiar la carrera de QRE.

Tenemos un curso de Biología Celular, este curso es solamente técnico, tradicionalmente se ha manejado así, como una

materia teórica, es obligatoria y en la revisión de los programas de la Facultad de Química se había propuesto y aprobado que la Biología Celular tuviera cursos de prácticas, por desgracia finalmente no se llevaron a cabo por cuestiones académicas administrativas y nuevamente quedó Biología Celular como un curso únicamente teórico.

A mi modo de ver personal yo creo que es un error, porque es indispensable para dar una Biología Celular, ilustrar todo aquello de la célula, tanto desde el punto de vista de su estructura, sus organelos, su fisiología, la misma fisiología celular sería muy importante.

Se había elaborado todo el programa de prácticas de Biología Celular, están probadas, pero al final, no se aplicaron.

Se que en la Facultad de Ciencias dentro de la carrera de Biología también llevan la materia de Biología Celular y ahí es teórico-práctica.

Me olvidé mencionar, aquí en la Facultad de Química en la carrera de Químicos también se les ofrece algo de Biología Celular a los químicos. Antiguamente, antes de la revisión de los programas, la Biología Celular era una materia optativa para ellos, en la actualidad, tenemos integrados temas de Biología Celular en lo que ahora llamamos Bioquímica Celular y dentro de esta les tratamos de integrar la estructura, función del organelo, al mismo tiempo que revisamos estructura y función de biomoléculas desde el punto de vista Bioquímico.

También aquí puedo decirte por mi experiencia, considero que nos falta tiempo, podría hacerse (eh) no sería una opción mala

pero el tiempo que nos dan para esta materia Bioquímica Celular es muy poco. Estas son las opiniones que podría dar sobre esto.

Ahora en la Facultad de Química se tiene un semestre de Biología Celular, se imparte en el tercer semestre se QFB y aquí también yo aclaro, me pase por alto otra carrera de la facultad que también lleva exactamente el mismo peso de Biología Celular que QFB y es lo que se llama Química de Alimentos, me olvidé de ella porque es nuevecita (je je) (este) los químicos de alimentos llevan la misma materia que los QFB, entonces es un semestre durante su carrera para dar exactamente la fundamentación de las materias biológicas que van a estudiar después, y como tu sabes son 45 semanas y se dan 7 hrs. semanales de curso, como dije anteriormente no hay practicas, o sea que el 100% es teoría, no conozco cual es el peso de teoría y practica en las instituciones que te mencioné, en el caso de los químicos, que está integrado a la Bioquímica, hasta el momento no se han implementado practicas que sean realmente de Biología Celular dentro de las practicas de Bioquímica. Esperamos poder llegar a hacerlo, talvez algunas practicas fundamentales para los chicos de bioquímica Celular. En cuanto a los temas, se revisa el aspecto morfológico, estructura y función de organelos y después la fisiología de la célula (si), entonces abarcamos tanto estructura como función de la célula misma, pues creo que es todo.

2. ¿Cual es el campo profesional de los egresados que se dedican a Biología Celular?

Al hablar de Biología Celular, no conozco absolutamente que sea una profesion por si misma, creo que hablamos de profesionales que se dedican a Biología Celular y que la

consideran más como un arma, como un instrumento para todas sus demás investigaciones, es decir, por ejemplo, si hablamos de histología es necesario hablar primero de una Biología Celular para poder manejar una Histología, considero también que en una gran cantidad de investigaciones es fundamental, hay muchísimos casos en donde tenemos que pensar en ella, creo que muchos grupos aquí en la UNAM, están relacionados con la Biología Celular, podría mencionar todo el grupo del Dr. Carebez en Fisiología Celular, en Biomedicas el Dr. Horacio Merchant que trabaja Biología Celular, no específicamente como tal, pero es en lo que se basa fundamentalmente para hacer todas sus investigaciones, en medicina dentro de todo el departamento de histología hacen todo el estudio de las células, pues creo que es todo lo que se pueda decir.