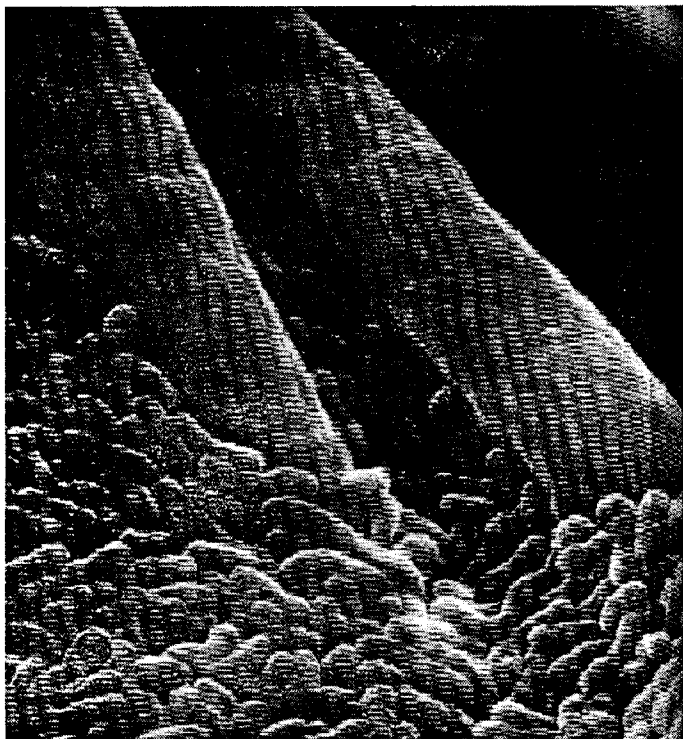


Estudios originales, elaborados con el rigor necesario, sobre algún aspecto del fenómeno educativo de la química.

Relación entre el nivel académico y el rendimiento en Biología Celular de estudiantes de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo

M.D. Lastra, M. Oliva y R. Pastelín,¹ F. García-Oliva²



INTRODUCCIÓN

La Biología Celular constituye en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, el primer contacto del alumno con las disciplinas biológicas. Se trata de una materia formativa que tiene una importancia capital en el currículo del estudiante de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo, QFB.

En el plan de estudios actual, iniciado en 1989, aparecen una serie de variaciones en relación con el plan anterior. Uno de los cambios consistió en que algunas

materias se imparten a un nivel curricular diferente, como es el caso de la Biología Celular, la cual se sitúa actualmente en el segundo semestre de la licenciatura, en tanto que en el plan anterior se cursaba en el cuarto semestre. Es evidente, que los antecedentes en cada uno de los casos, son diferentes.

Durante el semestre 1989/2, al coincidir alumnos regulares de ambos planes de estudios cursando la misma materia, se presentó la posibilidad de probar la propuesta hecha en trabajos anteriores (Lastra 1990, 1993), en la que se planteaba un incremento en el rendimiento escolar, a medida que se avanza en el nivel curricular.

Se propone entonces que ante cursos con un mismo contenido, el rendimiento académico debe variar de acuerdo con el nivel curricular en que se encuentren los alumnos; haciendo la consideración de que la carga académica por semestre es otro de los factores que puede influir en el rendimiento. Con el objetivo de estudiar esta situación, se analizaron los índices de reprobación y la frecuencia de calificaciones aprobatorias, en dos poblaciones de estudiantes de licenciatura, que cursaron la materia de Biología Celular con el mismo programa. Una de ellas se encontraba en el segundo semestre y la otra, en el cuarto. También se analizaron los resultados de la aplicación de exámenes estandarizados, con el fin de verificar la profundidad con que se impartió la asignatura y el apoyo que las materias antecedentes brindaron al alumno.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la primera parte del trabajo se estudiaron las dos poblaciones estudiantiles que cursaron simultáneamente la Biología Celular, distribuidas en ocho grupos, atendidos por cuatro maestros.

El número total de alumnos fue de 370. De éstos, 190 pertenecían al cuarto semestre y 180 al segundo semestre.

Todos los estudiantes recibieron la misma información y realizaron las mismas tareas, ejercicios, seminarios y exámenes parciales. Finalmente todos se sometieron a

(1) Departamento de Biología, Facultad de Química, UNAM;
(2) Centro de Ecología, UNAM.

Recibido: 20 de abril de 1994;
Aceptado: 10 de agosto de 1994.

la evaluación final que rige en la Universidad (exámenes ordinarios con dos períodos para acreditar).

Con base en las calificaciones que aparecieron en las actas correspondientes a los ocho grupos de Biología Celular del semestre 89/2, se calculó el porcentaje de reprobación y se hizo la distinción entre las calificaciones de no acreditado (NA) y no presentado (NP).

Se realizó un análisis de t de Student (Zar, 1984) para comparar las calificaciones de los estudiantes en cada uno de los semestres.

En la segunda parte se estudiaron los resultados de los exámenes estandarizados realizados por los estudiantes de ambas poblaciones.

Para estos exámenes, la sección académica de Biología cuenta con un banco de reactivos para evaluación (elaborado por los profesores), clasificado de acuerdo con la modalidad de la pregunta y al tema tratado. A partir de este banco fueron seleccionadas las preguntas con las que se elaboraron los exámenes estandarizados, cuidando que los dos instrumentos fueran equivalentes.

El instrumento constó de un total de 60 reactivos que comprendían los siguientes temas:

- A Biomoléculas y técnicas de estudio
- B Membrana citoplásmica y transporte
- C Membranas internas
- D Núcleo y material nuclear
- E Organelos que participan en la bioenergética
- F Conceptos básicos de Biología Celular

Estos temas fueron distribuidos de acuerdo con su modalidad, en las siguientes secciones:

- I Complemento de enunciado
- II Falso y verdadero (aseveración)
- III Selección múltiple
- IV Reconocimiento de estructuras biológicas
- V Complemento de texto

En estas secciones se encontraban preguntas referentes a todos los temas.

Los resultados de aprobación obtenidos con ambos instrumentos de evaluación se compararon en función del porcentaje de aciertos; asimismo, se compararon las calificaciones obtenidas por ambas poblaciones.

RESULTADOS

La distribución de calificaciones aprobatorias fue distinta entre los dos grupos [con diferencias significativas ($p < 0.0001$)]. La población de cuarto semestre presentó un mayor número de alumnos con calificaciones de MB y B, respecto a la de segundo semestre (Tabla 1 y Figura 1).

Los grupos que cursaron la materia en cuarto se-

Tabla 1. Número total de alumnos estudiados y su distribución de calificaciones (MB = 10; B = 8; S = 6; NA = No acreditado; NP = No presentado).

	Nº alumnos inscritos	Distribución de calificaciones				
		MB	B	S	NA	NP
4º semestre	190	35	59	55	19	22
2º semestre	180	16	33	66	29	36

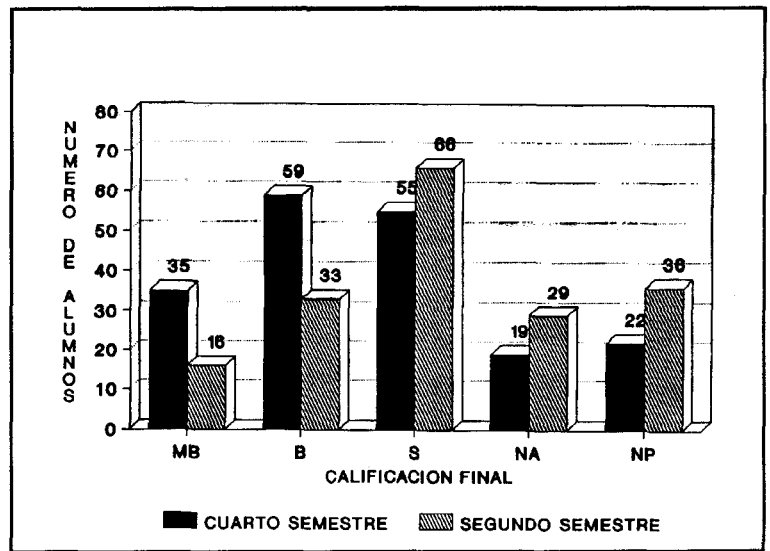


Figura 1. Distribución del número de alumnos por calificaciones obtenidas en los grupos estudiados (MB = 10; B = 8; S = 6; NA = no acreditado; NP = no presentado).

mestre, presentaron menor porcentaje de reprobación: 8.9%, en relación con los grupos que la cursaron en segundo semestre: 16%, (Tabla 2).

Observando el porcentaje de alumnos que no presentan el examen final y se califican con NP, se encontró en los alumnos del segundo semestre un 21.2 %, en tanto que a los estudiantes del cuarto semestre les correspondió el 13.1 % (Tabla 2).

En las figuras 2 y 3, se presenta el porcentaje de

Tabla 2. Porcentaje de alumnos reprobados (NA) y no presentados (NP) de los grupos estudiados.

	4º semestre	2º semestre
Alumnos inscritos	180	190
% reprobados (NA)	8.9	16
% no presentado (NP)	13.1	21.2

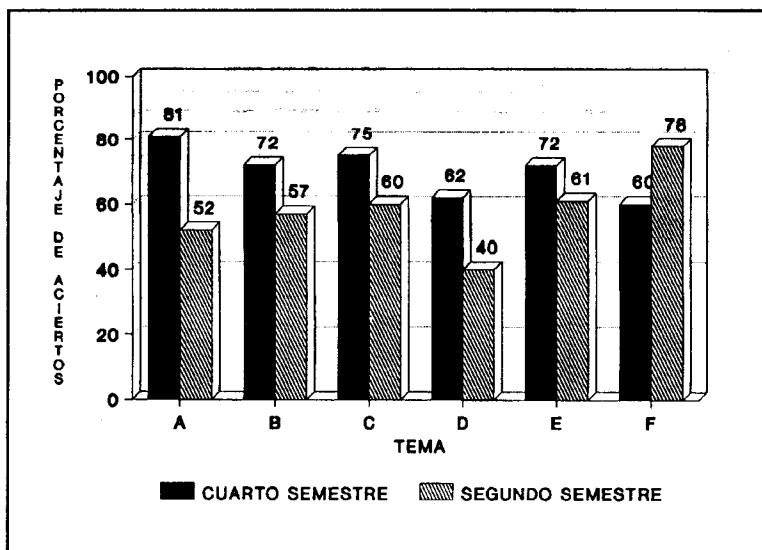


Figura 2. Porcentaje de aciertos por tema en el Examen Departamental aplicado simultáneamente a los alumnos de los grupos estudiados, los temas fueron: A: Biomoléculas y técnicas de estudio; B: Membrana citoplasmática y transporte; C: Membranas internas; D: Núcleo y material nuclear; E: Organelos que participan en bioenergética; F: Conceptos básicos de Biología Celular.

aciertos de acuerdo con el tema y a la modalidad del reactivo. En general, la población que cursó la materia en cuarto semestre presentó mayor porcentaje de acier-

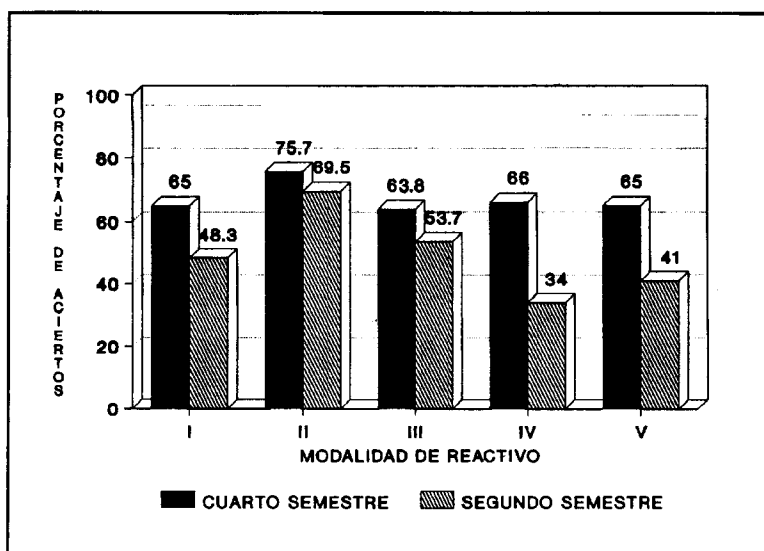


Figura 3. Porcentaje de aciertos por modalidad de reactivos en el Examen Departamental aplicado simultáneamente a los alumnos de los grupos estudiados, los temas fueron: I: Complemento de enunciado; II: Falso y verdadero (aseveración); III: Selección múltiple; IV: Reconocimiento de estructuras biológicas, y V: Complemento de texto.

tos en la mayoría de los temas (Figura 2), tanto como en las diferentes modalidades de reactivos (Figura 3).

DISCUSIÓN

De los resultados anteriores para el área Biología de la carrera de QFB, se desprende que el mayor índice de reprobación coincide con la población con menores antecedentes académicos; esto concuerda con la hipótesis planteada y los resultados obtenidos en trabajos anteriores, (Lastra y col. 1990, 1993) en los que se demuestra que en tanto menor sea el nivel semestral, mayor será el índice de reprobación.

A pesar de que en otro tipo de investigaciones realizadas sobre evaluaciones de los estudiantes, a lo largo de diez años, se ha observado que los factores que afectan los resultados, son del tipo de número de alumnos en las clases, no influyendo otros como la edad del alumnado, estado civil y nivel, entre otros (Toby, 1993).

La comparación de las frecuencias de calificaciones aprobatorias de MB y B, demuestra que tanto la mayor preparación académica anterior como la madurez del alumno, se reflejan en un mayor rendimiento.

Lo anterior también repercute en el porcentaje de NP. El hecho de que lleguen a finalizar el curso mayor número de alumnos de cuarto semestre que de segundo, es un indicador de que el grado de avance en la carrera, favorece un mejor cumplimiento de los requisitos académicos, lo que en un sistema ideal de evaluación reflejaría un mayor aprendizaje. También se puede pensar que el abandono de la materia durante el semestre, es debido a una falta de seguridad por una mala preparación anterior.

Se considera que el aprendizaje es una actividad personal que involucra la integración del conocimiento en proceso de captación, con el que ya posee el individuo (Bunce, 1993). En una clase es inconveniente y casi podría considerarse que imposible saber, si el estudiante integra el conocimiento nuevo, con el aprendido previamente. Sin embargo, es un hecho que este proceso tiene lugar. Todo lo anterior nos permite pensar que el nivel curricular puede ser el factor principal que explique las diferencias en el rendimiento académico. No obstante, hay que considerar otros factores que pueden explicar estas diferencias, como es el número de materias que se cursan en cada semestre. En la Tabla 3 se presenta la carga académica de cada uno de los grupos estudiados. El segundo semestre presenta un 50% más de carga, tanto en número de materias, como en créditos con respecto al cuarto semestre. Igualmente se aprecia que el número de horas de clase por semana aumenta también

Tabla 3. Comparación en la carga académica de los grupos estudiados.

SEMESTRE	TOTAL DE MATERIAS	MATERIAS TEÓRICAS		MATERIAS PRÁCTICAS			TOTAL
		horas SEMANALES	CRÉDITOS SEMESTRALES	horas SEMANALES	CRÉDITOS SEMESTRALES	horas SEMANALES	
4º semestre	4	12	24	6	6	18	30
2º semestre	6	20	40	7	7	27	47

un 50% para los alumnos del nuevo plan de estudios, debido a lo cual resulta difícil separar la influencia del nivel curricular.

La aplicación de exámenes estandarizados equivalentes, comprobó la hipótesis original en cuanto a que la población de alumnos de segundo semestre presenta un porcentaje de aciertos sistemáticamente menor, que la de cuarto semestre. La única excepción a este hecho, fue en el tema de Conceptos básicos (F). Esto se puede atribuir a que los antecedentes de este tema los constituyen los conocimientos adquiridos en el nivel medio superior, que en estos alumnos es muy reciente.

Los temas en los que se presentan mayores diferencias son aquellos que requieren mayor preparación: Biomoléculas y técnicas de estudio (A) y Núcleo y material nuclear (D), ya que están apoyados por materias antecedentes o coincidentes en el cuarto semestre, como la Físicoquímica, la Química Orgánica y la Química Analítica.

En lo que concierne a la modalidad del reactivo, también se observa una tendencia a la disminución de las calificaciones en la población del segundo semestre, lo que se acentúa en aquellos que presentan mayor grado de dificultad. Así, en la modalidad de falso y verdadero (II), la diferencia entre poblaciones es mínima, ya que las respuestas son en cierta forma aleatorias. Sin embargo en las modalidades de: Reconocimiento de estructuras celulares (IV) y de Complementar un texto (V), la diferencia es mayor, pues es necesaria una preparación académica más completa, para contestarlas. Los resultados del examen estandarizado muestran que el nivel curricular juega un papel importante en el rendimiento académico.

De lo anterior se desprende que una mejor formación académica antecedente produce un mayor rendimiento escolar, probablemente debido a la madurez que proporciona el cursar materias relacionadas, lo que deriva en mejor captación de los contenidos.

Los datos aquí presentados prueban en una circunstancia única, el planteamiento original debido a la coyuntura existente, al coincidir dos poblaciones de diferentes semestres en una misma materia

Es un hecho que el "nuevo plan" de estudios al que se hace referencia, fue elaborado con la finalidad de formar estudiantes aptos para desarrollarse profesionalmente en un campo de acción demasiado amplio, se les prepara para desarrollar la bioquímica clínica dentro del ámbito hospitalario y para el ejercicio de la práctica farmacéutica con desarrollo y control de fármacos. Esto solamente ha sido posible, reubicando y aumentando las materias principalmente en los primeros semestres. Un ejemplo de lo anterior ha sido la ubicación de la Biología Celular en segundo semestre, sin considerar la carrera en su totalidad.

Es evidente que la elaboración de un currículo adecuado, presenta múltiples facetas. Por esto no se debe realizar la adaptación de un plan de estudios preexistente, sin contemplar el universo que lo afecta. ▣

Bibliografía

- Bunce D.M., Symposium: Lecture and Learning: Are They Compatible?, *Journal of Chemical Education* 70[3], 179-189, 1993.
- Lastra-Azpilicueta, M.D.; M. Oliva, R. Pastelin y F. Garcia-Oliva, "Análisis estadístico de los índices de reprobación en el área biológica de la Facultad de Química, UNAM", *Educación Química*, 1[2], 82-88 (1990).
- Lastra-Azpilicueta, M.D.; M. Oliva, R. Pastelin y F. Garcia-Oliva, "Variaciones estadísticas en el rendimiento escolar de la carrera de QFB", *Educación Química*, 4[1], 40-43 (1993).
- Toby S., "Class Size and Teaching Evaluation", *Journal of Chemical Education*, 70[6], 485-466 (1993).
- Zar, J.H., *Biostatistical Analysis*, Second ed., Prentice Hall Co., N.Y., 1984.

Examen estandarizado de Biología Celular

I. Complete los siguientes enunciados con la palabra o palabras que correspondan al sentido de la oración.

1. Los a.a. son los monómeros de las biomoléculas llamadas _____
2. El almidón es un polisacárido que se encuentra en las células vegetales y su función es _____
3. Dos tipos de transporte de grandes moléculas y partículas a través de membrana citoplásmica son _____ y _____
4. Los lípidos que se encuentran en las membranas celulares tienen como característica el ser _____
5. Los nucleótidos están formados por una base nitrogenada, un azúcar y _____
6. El azúcar presente en el DNA es la _____
7. Los nucleosomas están formados por dos macromoléculas _____ y _____ básicas llamadas histonas
8. El retículo endoplásmico liso es el organelo que tiene como principal función la fabricación de _____
9. Sobre el retículo endoplásmico rugoso se colocan los _____ para llevar a cabo la síntesis de proteínas
10. El proceso de fotosíntesis se lleva a cabo en el organelo llamado _____
11. La fosforilación se lleva a cabo en la mitocondria, específicamente en _____ de la misma.
12. Las dos partes que forman la membrana plasmática son estructuralmente _____
13. Las lisosomas son los principales lugares de _____ intracelular.
14. Los ribosomas se ensamblan en el _____ dentro del núcleo.

II. Conteste las siguientes cuestiones con (V) verdadero o (F) falso.

1. () El R.E., aparato de Golgi y lisosomas presentan doble membrana.
2. () Las enzimas son moléculas protéicas con función catalítica.
3. () El ATP es la molécula energética presente sólo en células vegetales.
4. () La mayoría de las moléculas lipídicas y pro-

téicas de las membranas pueden desplazarse con rapidez.

5. () Los carbohidratos de membrana están localizados exclusivamente en la superficie citoplásmica.
6. () El gradiente de concentración a los dos lados de la membrana determina el transporte pasivo.
7. () El H₂O y las moléculas no polares atraviesan la membrana por simple difusión física.
8. () La exocitosis se produce mediante fusión de vesículas intracelulares con la membrana.
9. () Se llama citosol a todo el espacio comprendido dentro de los límites de la membrana plasmática.
10. () Los ribosomas están formados por dos subunidades.
11. () Los ribosomas son complejos supramoleculares de RNAr y proteínas.
12. () Las proteínas se glucosilan en el R.E. rugoso.
13. () Los lípidos de membranas se sintetizan en el R.E. liso
14. () La cara cis del aparato de Golgi es de maduración y la trans, de formación.

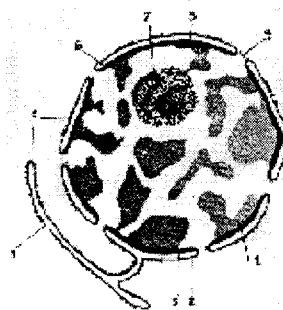
III. Para cada una de las siguientes afirmaciones seleccione la opción que mejor responda al sentido de la oración.

- () 1. La basofilia que presentan algunos citoplasmas se debe a la presencia de:
 - a) sales
 - b) proteínas
 - c) RNA.
- () 2. Las enzimas de la cadena respiratoria y la ATPasa se encuentran en la:
 - a) membrana interna de la mitocondria
 - b) membrana externa de la mitocondria
 - c) matriz mitocondrial
- () 3. La reacción general $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2\text{O})_n + \text{O}_2$ corresponde a:
 - a) fotofosforilación
 - b) fosforilación
 - c) fotosíntesis
- () 4. Los sistemas enzimáticos encontrados en la mitocondria corresponden a:
 - a) ciclo de Krebs, fosforilación oxidativa
 - b) degradación hidrolítica
 - c) glucólisis
- () 5. La energía luminosa es captada en la célula vegetal por la estructura llamada:

- a) centrosoma
 - b) cuantosoma
 - c) cromocentro
- () 6. Los cromosomas cuya constricción primaria está en el centro, dividiéndolos en dos brazos del mismo tamaño, se llaman:
- a) metacéntricos
 - b) subcéntricos
 - c) telocéntricos
- () 7. La heterocromatina corresponde a zonas de cromatina:
- a) concentradas
 - b) difusas
 - c) claras
- () 8. Cuando en un liposoma existen a la vez las enzimas y las sustancias por digerir, se denomina:
- a) cuerpo residual
 - b) primario
 - c) secundario
- () 9. La autofagia es un fenómeno relacionado con:
- a) la división celular
 - b) síntesis de proteínas
 - c) reposición de componentes celulares
- () 10. La síntesis de polisacáridos está relacionada con:
- a) retículo endoplásmico rugoso
 - b) retículo endoplásmico liso
 - c) aparato de Golgi
- () 11. La diferencia entre peroxisoma, glioxisoma y microsoma:
- a) el tamaño
 - b) la forma
 - c) el contenido enzimático.
- () 12. En las funciones del retículo endoplásmico se encuentran:
- a) respiración, producción de energía
 - b) transporte, almacenamiento y síntesis de sustancias
 - c) reproducción, duplicación y cromosomas
- () 13. El compuesto de alta energía llamado ATP se produce en su mayor parte por medio de un proceso llamado:
- a) gluconeogénesis
 - b) ciclo de Krebs
 - c) fosforilación oxidativa
- () 14. Siempre que se encuentran numerosas mitocondrias en un tipo de células se puede suponer:
- a) aumento de la cantidad de agua
 - b) corriente citoplásmica
 - c) gasto de energía

IV. Ponga nombre a las estructuras del esquema adjunto:

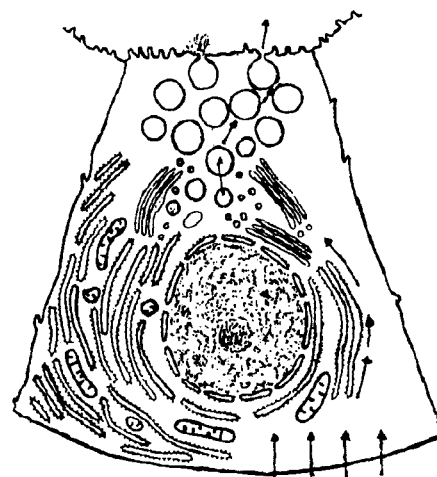
1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____



V. Complete el texto siguiente con las palabras que se proporcionan de acuerdo a la figura adjunta:

Desde _____ que consta de envoltura, de _____ y de _____ se regula la síntesis de proteínas. A partir de _____ que entran por la región basal de la célula se forman dichas sustancias. Esta síntesis se efectúa en _____. Una vez elaboradas van por _____ y llegan _____; de donde salen rodeadas por una membrana formando _____. Éstas se dirigen hacia la parte apical de la célula donde por medio de un proceso de _____ salen del medio interno. Durante todo este fenómeno la energía utilizada proviene de _____.

- el aparato de Golgi
- las mitocondrias
- el nucleolo
- la envoltura nuclear
- los poros
- el retículo endoplásmico
- rugoso
- la cromatina
- el citoplasma
- la membrana celular
- los ribosomas
- los aminoácidos
- las vesículas
- las proteínas
- la endocitosis
- la exocitosis



Las personas que participaron en la elaboración de este examen han impartido o imparten la materia de Biología Celular en esta Facultad y son los siguientes: Andrea Gabayet, Carlos González, Homero Hernández, Magdalena Oliva y Raquel Ortega. ■