

lulas iguales, los espermatocitos secundarios, los cuales a su vez pasan por una segunda división meiótica para formar cuatro espermátides de tamaño idéntico. La espermátide, célula esferoidal con bastante citoplasma, es un gameto maduro con número haploide de cromosomas. Para que sea espermatozoo funcional tiene que seguir un proceso complicado de crecimiento y modificación pero no de división celular. (fig. 24-2).

Explique la formación de un espermatozoide.

---



---



---

#### 24-6 OOGÉNESIS.

Los óvulos evolucionan en el ovario también a partir de células sexuales inmaduras llamadas *oogonios*. Al principio del desarrollo los oogonios experimentan divisiones mitóticas sucesivas y múltiples para formar oogonios adicionales, todos los cuales tienen número diploide de cromosomas. En muchos animales, sobre todo vertebrados, los oogonios y oocitos, están rodeados por una capa de células foliculares derivadas del epitelio germinal de los ovarios. En el humano esto ocurre al principio del desarrollo fetal y para el tercer mes los oogonios empiezan a convertirse en *oocitos primarios*. Para el nacimiento han alcanzado la profase de la primera división meiótica. Estos oocitos primarios en profase durante muchos años hasta la madurez sexual. Entonces, al madurar cada folículo se reanuda la primera división meiótica que se completa en la ovulación (15 a 45 años después de iniciada la meiosis). Los acontecimientos que ocurren en el núcleo (sinapsis, tétradas y separación de cromosomas homólogos) son idénticos a los observados en la espermatogénesis, pero la división del citoplasma es desigual, con el resultado de una célula grande, el *oocito secundario* (que contiene el vitelio y

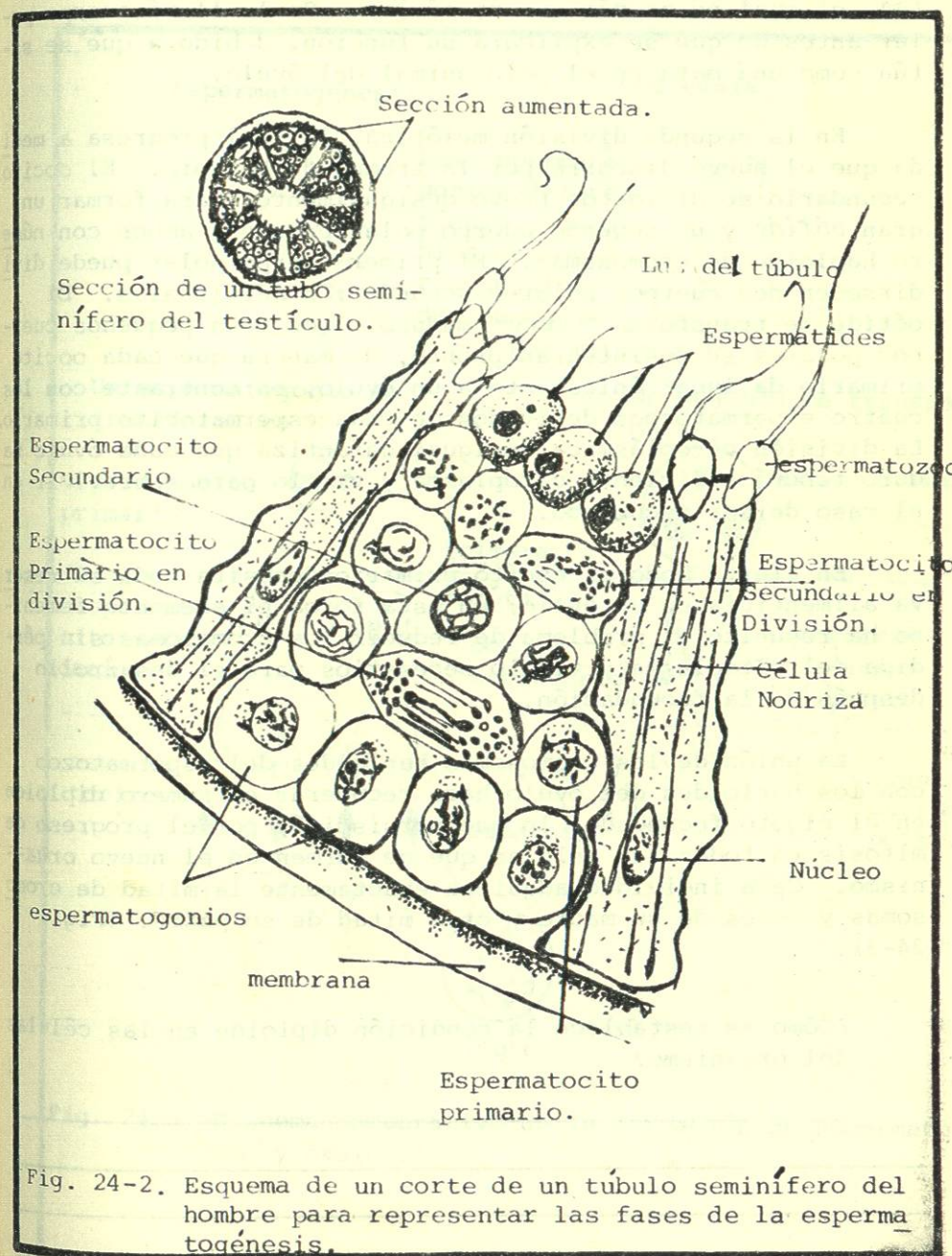


Fig. 24-2. Esquema de un corte de un tubo seminífero del hombre para representar las fases de la espermatogénesis.

casi todo el citoplasma) y una célula pequeña, el *cuerpo polar*, el cual no es más que un núcleo. Se le llamó cuerpo polar antes de que se explicara su función, debido a que se situaba como una mota en el polo animal del óvulo.

En la segunda división meiótica, la cual progresa a medida que el huevo discurre por la trompa de Falopio. El oocito secundario se divide de nuevo desigualmente, para formar un gran *óvulo* y un segundo cuerpo polar pequeño, ambos con número haploide de cromosomas. El primer cuerpo polar puede dividirse en dos cuerpos polares secundarios adicionales. El *óvulo* se transforma en huevo maduro. Los tres pequeños cuerpos polares se desintegran pronto, de manera que cada oocito primario da lugar únicamente a un óvulo, en contraste con los cuatro espermatozoides derivados de cada espermatocito primario. La división citoplásmica desigual garantiza que cada óvulo maduro tendrá suficiente citoplasma y vitelo para sobrevivir en el caso de ser fecundado.

En cierto modo el oocito primario deposita toda su reserva alimenticia en un óvulo; en esta forma el elemento femenino ha resuelto el problema de reducir los cromosomas sin pérdida del citoplasma y vitelo necesarios para el desarrollo después de la fecundación.

La unión de los cromosomas haploides del espermatozoo con los haploides del óvulo hace recuperar el número diploide en el cigoto fecundado, lo que persistirá, por el progreso de mitosis en todas las células que se formen en el nuevo organismo. Cada individuo adquiere exactamente la mitad de cromosomas y genes de su madre y otra mitad de su padre. (Fig. 24-3).

¿Cómo se restablece la condición diploide en las células del organismo?

---



---



---

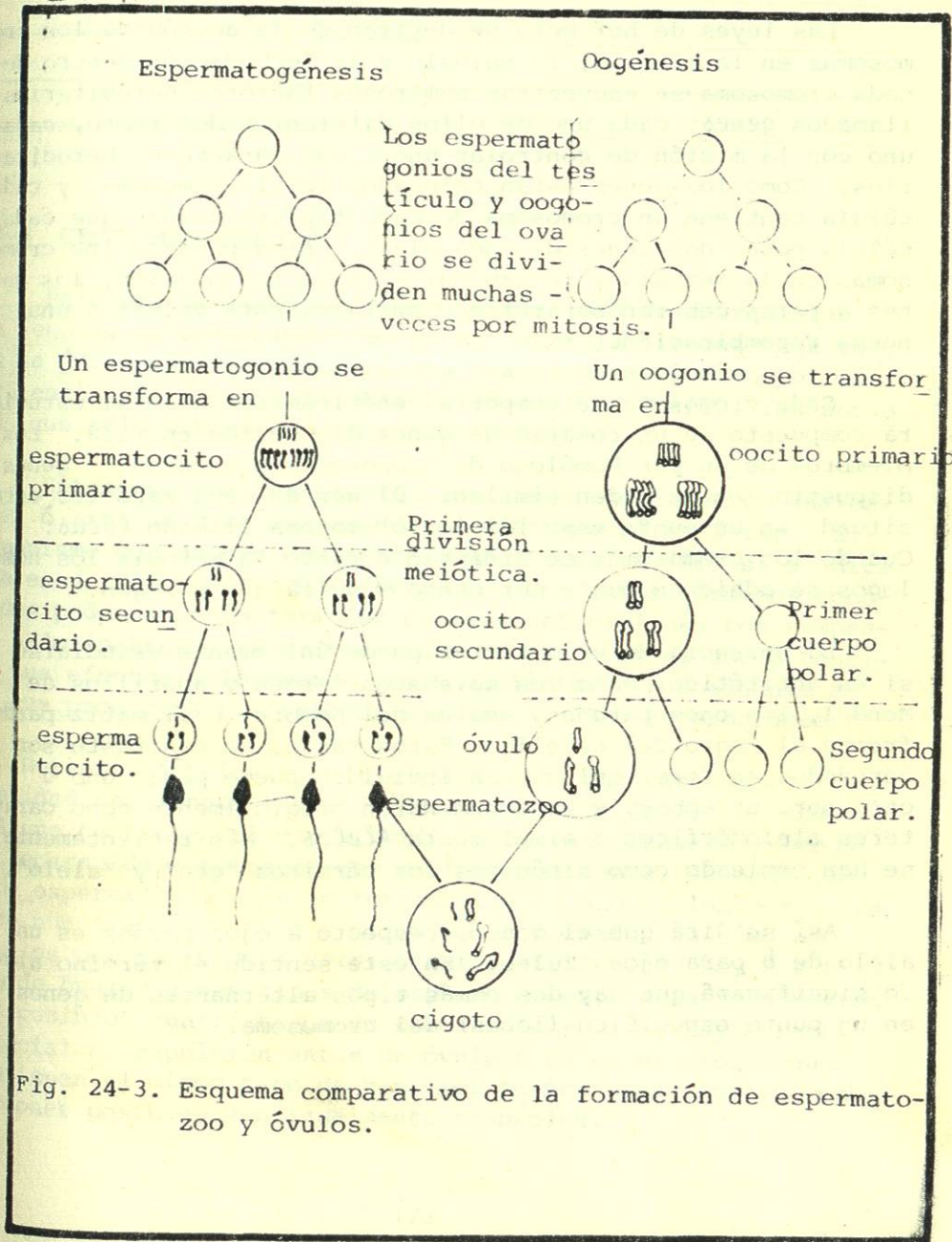


Fig. 24-3. Esquema comparativo de la formación de espermatozoo y óvulos.

#### 24-7 GENES Y ALELOS.

Las leyes de herencia se derivan de la acción de los cromosomas en la mitosis, la meiosis y la fecundación dentro de cada cromosoma se encuentran numerosos factores hereditarios llamados genes, cada uno de ellos diferentes del resto, cada uno con la misión de controlar uno o más caracteres hereditarios. Como los genes están colocados en el cromosoma, y cada célula contiene un cromosoma de cada tipo, se deduce que cada célula posee dos genes de cada clase. Al separarse los cromosomas en la meiosis y recombinarse en la fecundación, los genes a pares deberán separarse y sucesivamente volver a una nueva recombinación.

Cada cromosoma se comporta genéticamente como si estuviera compuesto de un rosario de genes dispuestos en fila. Los miembros de un par homólogo de cromosomas presentan genes dispuestos en un orden similar. El gen de cada carácter está situado en un punto especial del cromosoma llamado locus. Cuando los cromosomas se sinapsan durante la meiosis los homólogos se adhieren punto por punto y quizá gen por gen.

La herencia de un carácter puede únicamente estudiarse si es antitético, como los guisantes verdes y amarillos de Mendel, los ojos pardos y azules del hombre, o el matiz pardo frente al negro del cabello. Estos rasgos de contraste son heredados en forma tal que un individuo puede pasar uno u otro pero no ambos, y se denominaron originalmente como caracteres alelomórficos o simplemente Alelos. Más recientemente se han empleado como sinónimos los términos "gen" y "alelo".

Así se dirá que el gen  $B$ , respecto a ojos pardos es un alelo de  $b$  para ojos azules. En este sentido el término alelo significará que hay dos o más tipos alternantes de genes en un punto específico (locus) del cromosoma.

¿Porqué se dice que la herencia de un carácter puede estudiarse solamente si es antitético?

#### 24-8 CRUCE MONOHIBRIDO.

Para una persona que posea la cualidad de abarquillar la lengua, en otras palabras poder hacer la "lengua taquito", se ha demostrado que poseer esta cualidad, está dado por la presencia del alelo dominante  $R$ . Por el contrario, las personas que solo tienen el gen  $r$  son incapaces.

Entonces, una persona con dos genes exactamente iguales ( $RR$ ) ó ( $rr$ ) se dice que es Homocigoto para el carácter. El organismo con un gen dominante y uno recesivo ( $Rr$ ) si se dice que es un "Híbrido" o Heterocigoto. Con estos términos conocidos podemos ahora formular mejores definiciones con respecto a dominantes y recesivos. Gen recesivo es el que producirá sus efectos solo cuando sea Homocigoto; gen dominante es el que producirá sus efectos sea Homocigoto o Heterocigoto.

Durante la Meiosis en las gónodas de una persona con la cualidad de "lengua taquito" Heterocigótica ( $Rr$ ), los cromosomas que contienen el gen  $R$ , primero forman sinapsis y luego se separan del cromosoma que contiene el gen  $r$ , de modo que cada espermatozoo u óvulo formado tienen uno de los dos genes, pero nunca ambos. Unos y otros están formados en números iguales por individuos Heterocigotos ( $Rr$ ). Como hay dos tipos de óvulos y dos tipos de espermatozoos, en la fecundación son posibles cuatro tipos de combinaciones. No hay atracción especial ni repulsión entre un óvulo y un espermatozoo que contienen el mismo tipo de gen; por tanto, estas cuatro combinaciones posibles son igualmente probables.

óvulos  $(1/2 R + 1/2 r) \times (1/2 R + 1/2 r)$  espermatozoo.

Imaginemos haber seleccionado una muestra representativa de las personas de una ciudad de un país, y tratemos de determinar el porcentaje de la población que tiene los alelos R y r ¿cómo procederíamos?. Un método sencillo sería el de examinar a cada uno de los individuos de nuestra población muestra, si lo hiciéramos en una muestra de 100 personas (una muestra más pequeña que la que usan los genetistas) se obtendrían los siguientes resultados:

Lengua abarquillada 64  
No abarquillada. 36

¿Qué revelaría esta información acerca de la frecuencia de los dos alelos R y r en esa población? Por una cosa sabríamos inmediatamente que 0.36 ó el 36% de la muestra tiene (rr). Pero ¿qué ocurre con el 64% de los que pueden abarquillar la lengua? ¿cuántos de ellos son RR y cuántos Rr?

En realidad hay un método más sencillo para obtener una estimación de la frecuencia de los genes en una muestra, mediante la teoría de la probabilidad y el importante principio de las poblaciones genéticas, llamada Ley de Hardy-Weinberg (esta ley dice: si en una población se presentan formas alteradas de un gen y si todos los genotipos son igualmente viables, la proporción original de los genes será mantenida en todas las generaciones siguientes). Se puede utilizar el número de homocigotos recesivos (no abarquillantes) para calcular los otros genotipos. Veamos cómo se hace.

Para empezar a resolver un problema como éste, es cómodo usar el cuadro de Punnett; indica las maneras en que se pueden combinar los dos alelos R y r dentro de cada descendencia.

Si suponemos que el cruzamiento fue al azar y si aplicamos la teoría de la probabilidad, escribiremos  $r \times r$  ó  $rr = 0.36$ ; entonces ¿a qué es igual? Puesto que  $rr = r^2$  la raíz cuadrada de 0.36 deberá ser la frecuencia del alelo r. Por lo tanto, 0.60 o 60% es la frecuencia.

Ahora, la frecuencia del alelo R puede ser determinada. Si sabemos que la suma de los dos porcentajes de los alelos R y r en dicha población es de 100% debido a que el 60% de los alelos son r; el 40% de los alelos es R. Agregando esta información a nuestro cuadro de Punnett podemos determinar el porcentaje de genotipos RR y Rr. Así, la frecuencia del gen para los que abarquillan o no la lengua en esta población es:

RR = 16%  
Rr = 48%  
rr = 36%

	R= 0.40	r= 0.60
R=0.40	RR=0.40x0.40=0.16 ó 16%	Rr=0.40x0.60=0.24 ó 24%
r=0.60	Rr=0.60x0.40=0.24 ó 24%	rr=0.60x0.60=0.36 ó 36%

Utilice el cuadro de Punnett y efectúe las siguientes cruzas para personas con la cualidad de "lengua de taquito".

RR Homocigoto dominante (macho) x Rr Heterocigoto (hembra)  
rr Homocigoto recesivo (macho) x Rr Heterocigoto (hembra)

Dé el genotipo y fenotipo de estas cruzas con sus probabilidades respectivas.

24-9 GENES LIGADOS AL SEXO.

El cromosoma humano X contiene muchos genes en tanto el Y solo unos pocos, que son fundamentalmente los genes de la masculinidad. Los caracteres controlados por genes localizados en el cromosoma X se llaman *Ligados al sexo*, porque se heredan en conjunción con el mismo. La descendencia masculina lleva un solo cromosoma X y por consiguiente, todos sus genes para caracteres ligados al sexo proceden de la madre. La mujer recibe un X del padre y uno de la madre. Los varones, con solo un cromosoma X, tienen únicamente uno de cada tipo de gen localizado en dicho cromosoma X.

El color normal de los ojos de la mosca de la fruta es rojo oscuro, aunque hay variedades de ojos blancos. Los genes para el color rojo de los ojos están situados en el cromosoma X, de modo que se encuentran ligados al sexo. El varón poseyendo un solo gen para cualquier rasgo ligado con el sexo, no puede ser homocigoto o heterocigoto, pero se denomina homocigoto para cualquier gen situado en el cromosoma X. Para evitar confusión, el genotipo masculino se describe con la Y presente. El color rojo (R) es dominante sobre el color blanco (r). Si una hembra homocigota de ojo rojo se cruza con un macho ojo blanco (RR y rY), la descendencia tiene ojos rojos en su totalidad.

Las hembras de la misma son Rr, en tanto los machos son rY. Si se cruza una hembra de ojo blanco con un macho de ojo rojo (rr x rY) aparece una generación de hembras de ojo rojo Rr y machos de ojo blanco, rY.

En la especie humana, la hemofilia y la ceguera para los colores son caracteres ligados al sexo. La hemofilia es una enfermedad en la que hay defecto de formación de tromboplastina, por carencia de la llamada globulina antihemofílica; la sangre de estos pacientes no coagula bien, de modo que sangran profusamente incluso por un pequeño rasguño. Si el gen ligado al sexo es recesivo y relativamente raro (presente en la población con baja frecuencia) el defecto aparecerá muchísimo más veces en los hombres. La ceguera para los colores por ejemplo, afecta un 4% de los hombres y a menos del 1% de

las mujeres. La hemofilia es un carácter excepcional en los hombres y fué completamente desconocido en las mujeres hasta 1951, en que se descubrió en caso femenino. La reina Victoria de Inglaterra era heterocigota para el gen de la hemofilia y los transmitió a varios de sus hijos y nietos varones. Este hecho tuvo un marcado efecto en el curso de la historia, especialmente en Rusia y España.

No todos los caracteres propios del macho o la hembra son "ligados al sexo". Algunos se pueden llamar "influidos por el sexo", heredados por genes situados en autosomas, pero con detalles que se modifican precisamente por el sexo del animal.

Puede expresarse que los machos y hembras con idénticos genotipos presentan desiguales fenotipos. En la oveja, por ejemplo, un simple par de genes causa la ocurrencia o ausencia de cuernos, el gen H para la presencia de ellos es dominante en el macho y recesivo en la hembra, y su alelomorfo h (sin cuernos) es recesivo en el macho y dominante en la hembra. El genotipo Hh produce un animal cornudo cualquiera que sea el sexo; y HH produce un fenotipo inverso que el anterior.

En el hombre, el gen relacionado con la calvicie, está influido por el sexo; con la expresión del defecto alterada por la cantidad que presenta de hormona sexual masculina. Hay muchos más hombres calvos que mujeres, debido a que basta un gen al hombre para que pierda su cabello, en tanto se necesitan dos genes en la mujer. Debe recordarse que no todos los tipos de calvicie son hereditarios, pues hay casos debidos a enfermedades y otros factores.

Explique la transmisión de un carácter por los genes ligados al sexo.

---

---

---

---

24-10 ENDOGAMIA, EXOGAMIA Y VIGOR HÍBRIDO.

Se acepta corrientemente que la endogamia (cruce de dos individuos emparentados; como hermana y hermano), es nociva, productora de monstruos e idiotas. En ciertos países está incluso prohibido por la ley la unión de primos hermanos. Sin embargo, no hay nada dañosa por sí misma; en cuanto animales y plantas se refieren y a que se recurre constantemente a ésta para el mejoramiento de las razas. No sería tampoco un procedimiento perjudicial en la especie humana sino fuera que *aumenta las probabilidades de los genes recesivos de hacerse monocigóticos* y por lo mismo tomar su expresión fenotípica. Todos los organismos son heterocigotos con respecto a muchos caracteres.

Algunos de los genes recesivos ocultos podrían dar lugar a cualidades favorables, aunque también es cierto que otros podrían dar lugar a otras perjudiciales. Si una estirpe es heterocigota para varios caracteres recesivos deseables la endogamia podría mejorarla, pero si los mismos son indeseables, seguramente los cruces entre parientes harán que aparezcan fenotípicamente; la endogamia humana aumenta la frecuencia de defectos presentes al nacer, denominados *anomalías congénitas*.

Para el apareamiento de ejemplares completamente ajenos, conocido por *exogamia*, con frecuencia produce un linaje mucho mejor que el de los ascendientes, fenómeno denominado *Vigor Híbrido*; la mula, que resulta del cruce del caballo con la burra, es una bestia fuerte y resistente, mejor adaptada para ciertos trabajos que cualquiera de los dos procreadores. La mayoría del maíz cultivado actualmente es de variedades híbridas especiales, obtenidas del cruce de varias razas diferentes. Cada año, la semilla para lograr uniformemente dicho maíz, tiene que ser obtenida con los mismos cruces, pues el híbrido, por su carácter heterocigoto, daría lugar a gran cantidad de formas, ninguna de las cuales igualaría las condiciones

ciones favorables del híbrido original.

a).- ¿Cuál es la importancia a nivel genético de la Endogamia?

b).- ¿Cuál es la importancia de la exogamia? Dé ejemplos.

## INTERACCIÓN DE LAS ESPECIES.

## INTRODUCCIÓN.

La recepción de estímulos y la transmisión de éstos al organismo nos marcan la capacidad de los organismos de poder adaptarse al medio y sobrevivir, y son la base de los sistemas de comunicación de las especies ya que no se mantienen aisladas, sino que dependen unas de otras.

El equilibrio de cualquier ecosistema, depende de la unión que mantienen los individuos dentro del mismo.

## OBJETIVOS.

- 1.- Explicar en qué consisten los órganos mecano-receptores, quimo-receptores y foto-receptores.
- 2.- Explicar el mecanismo de recepción de peces.
- 3.- Describir las partes y función del receptor auditivo.
- 4.- Explicar el mecanismo de los receptores olfativos en vertebrados.
- 5.- Explicar los órganos receptores gustativos en vertebrados.
- 6.- Describir las partes y función de los ojos en los vertebrados.
- 7.- Explicar con tus propias palabras lo que es una cadena alimenticia y sus constituyentes (desintegradores, productores, consumidores).

- 8.- Enumerar las ventajas del mimetismo en las especies.
- 9.- Definir el concepto y tipos de simbiosis.
- 10.- Explicar la función de las sociedades en los ecosistemas.

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende el capítulo 25 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia detenidamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y coordinador saben las respuestas, pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada punto del capítulo 25, la cual tendrás que entregar a tu maestro para que se te acredite.

PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de práctica de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a tus conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación.

CAPÍTULO XXV.

INTERACCIÓN DE LAS ESPECIES.

Hemos estudiado los mecanismos reguladores en un organismo, tanto en el medio intracelular como extracelular, pero estos mecanismos sólo son una parte de la capacidad del organismo para existir. Es imposible que un organismo sobreviva sin el intercambio de información o comunicación del medio ambiente.

Para sobrevivir, cada organismo ha creado por evolución, medios por los cuales puede dar respuestas apropiadas significativas y adaptativas a cambios específicos en el medio ambiente. Esto requiere que posea *receptores* (órganos sensoriales) para descubrir cambios en el medio ambiente, sistemas de nervios y órganos endocrinos para las respuestas.

Los animales unicelulares son sensibles a muchas clases de estímulos, como se demuestra por sus respuestas negativas a luces brillantes, ciertas sustancias químicas, corrientes eléctricas, etc. Para sobrevivir en un nivel de existencia más elevado y complejo, los metazoos han creado una variedad de células receptoras especializadas, cada una de las cuales es sensible a un tipo de estímulo. Estos órganos sensoriales permiten a sus poseedores buscar alimento, encontrar y atraer a una pareja, escapar de enemigos, etc., y son de gran importancia en la supervivencia del individuo y de la especie. Los estímulos apropiados: el ojo es estimulado por un rayo luminoso extraordinariamente débil, mientras que sólo una luz muy fuerte puede estimular directamente el nervio óptico. La insignificante cantidad de vinagre que puede ser gustada o la cantidad de vainilla que puede ser olida no produciría ningún efecto si se aplicara directamente a una fibra nerviosa. Los órganos sensoriales de algunos animales son sensibles a estí-