

29220



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DEL TEMA DE LA HERENCIA EN LOS PROGRAMAS DE BIOLOGIA I DEL BACHILLERATO DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

**TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :
LUIS TAPIA MUÑOZ**

México, D. F.

Junio, 1989

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



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

	PAG.
I. INTRODUCCION.	1
II. ANTECEDENTES.	2
III. OBJETIVO.	5
IV. DESARROLLO METODOLOGICO EN GENERAL.	5
A). PRESENTACION DEL TEMA (MOTIVACION).	8
B). ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE.	9
C). AUTOEVALUCION.	10
D). ACTIVIDADES AUTOCORRECTIVAS.	11
E). BIBLIOGRAFIA.	12
V. PROPUESTA METODOLOGICA.	12
5.1 ASPECTOS HISTORICOS DE LA GENETICA	12
5.1.1 PREFORMACION Y EPIGENESIS: SWAMMERDAM Y WOLFF.	13
5.1.2 EVOLUCIONISMO Y CREACIONISMO.	15
5.1.3 TEORIA DE LOS GRANDES CATACLISMOS: CUVIER.	16
5.1.4 CHARLES R. DARWIN: LA SELECCION NA- TURAL.	16
5.1.5 AUGUST WEISMANN: SOMATOPLASMA Y - GERMOPLASMA.	17
5.1.6 LA TEORIA DE LA MUTACION: DE VRIES.	18
5.1.7 DESCUBRIMIENTO DEL ADN Y DE LOS CRO- MOSOMAS.	18
5.2 LAS BASES FISICAS Y QUIMICAS DE LA HEREN- CIA.	20
5.2.1 UBICACION DEL GENE.	20

	PAG.
5.2.2 DIVISION CELULAR: MITOSIS.	22
5.2.3 DIVISION CELULAR: MEIOSIS.	23
5.2.4 GAMETOGENESIS.	24
5.2.4.1 ESPERMATOGENESIS.	24
5.2.4.2 OOGENESIS	25
5.2.5 ACIDOS NUCLEICOS.	26
5.2.5.1 REPLICACION DEL ADN.	28
5.2.5.2 ESTRUCTURA Y FUNCION DE LAS PROTEINAS.	29
5.2.5.3 CODIGO GENETICO.	32
5.2.5.4 SINTESIS DE PROTEINAS.	38
5.3 MECANISMOS DE LA HERENCIA.	42
5.3.1 HERENCIA MENDELIANA	42
5.3.1.1 EL MODELO MENDELIANO	46
5.3.1.2 EL MODELO MENDELIANO: 1.6 - CRUZAMIENTO DIHIBRIDO LA - SEGREGACION Y RECOMBINACION INDEPENDIENTE.	47
5.3.1.3 OBTENCION DE GAMETOS Y DIS- TRIBUCION DE GENES.	51
5.3.1.4 METODO DICOTOMICO.	53
5.3.1.5 METODO NUMERICO.	54
5.3.2 HERENCIA MENDELIANA EN HUMANOS.	54
5.3.2.1 HERENCIA HUMANA PARA UN PAR DE CARACTERES.	56
5.3.2.2 HERENCIA HUMANA PARA DOS PA RES DE CARACTERES.	57

	PAG.
5.3.2.3 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE LABORATORIO.	59
5.3.2.4 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE LABORATORIO.	62
5.3.2.5 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE CUESTIONRIO.	63
5.3.2.6 AUTOEVALUACION.	67
5.3.3 HERENCIA INTERMEDIA O DOMINANCIA - INCOMPLETA.	70
5.3.3.1 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE.	72
5.3.3.2 AUTOEVALUACION.	73
5.3.3.3 ALELOS MULTIPLES Y GRUPOS - SANGUINEOS.	77
5.3.3.4 HERENCIA DE LOS GRUPOS ABO	81
5.3.3.5 EL SISTEMA Rh.	84
5.3.3.6 EL ANTIGENO Rh EN LA HEREN- CIA.	86
5.3.3.7 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: LABORATORIO.	88
5.3.3.8 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: CUESTIONARIO.	90
5.3.3.9 AUTOEVALUACION.	93
5.3.4 LA DETERMINACION DEL SEXO.	95
5.3.4.1 PREDICCIÓN DEL SEXO.	102
5.3.4.2 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: LABORATORIO.	105
5.3.4.3 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: LABORATORIO.	107

	PAG.
5.3.4.4 AUTOEVALUACION.	108
5.3.4.5 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: LABORATORIO.	109
5.3.4.6 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: CUESTIONARIO.	113
5.3.4.7 INVESTIGUE EN LA BIBLIOGRA- FIA QUE SE LE PROPORCIONA - PARA ESTE TEMA LA RESOLUCION DEL SIGUIENTE CUESTIONARIO.	113
5.3.4.8 AUTOEVALUACION.	114
5.3.5 HERENCIA DEL SEXO: LIGADA, LIMITADA E INFLUIDA.	114
5.3.5.1 ANTECEDENTES	114
5.3.5.2 LA HERENCIA LIGADA AL SEXO EN LA ESPECIE HUMANA.	115
5.3.5.3 GENES DOMINANTES LIGADOS AL CROMOSOMA X.	118
5.3.5.4 GENES LIGADOS AL CROMOSOMA Y.	120
5.3.5.5 HERENCIA INFLUIDA AL SEXO.	121
5.3.5.6 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:	124
5.3.5.7 AUTOEVALUACION.	125
5.4 APLICACION DE LA GENETICA	127
5.4.1 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE.	131
5.4.2 AUTOEVALUACION	132
G L O S A R I O .	133
V I . CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES.	142
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	145

I. INTRODUCCION.

En la operación de los programas de Biología del Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades de la U.N.A.M., la práctica docente demuestra que uno de los temas que causan mayor interés y dificultad en el aprendizaje, es el tema de la herencia y en él deben participar diferentes tipos de aplicación, y ya que es el docente a quien corresponde impartir la enseñanza de éste tema, generalmente no cuenta con una estrategia didáctica apropiada, lo que se traduce en dificultad para la asimilación del conocimiento por parte del alumno, es ésta la razón que me ha motivado a presentar esta propuesta metodológica, que se apoya en la Teoría Cognoscitiva del aprendizaje, donde se aplica un proceso funcionalista-estructuralista, basado en las investigaciones de Robert Mills Gagné, entendiendo como Teoría del Aprendizaje al conjunto de razonamientos que de manera coherente explican los problemas relacionados con el aprendizaje. Desde el punto de vista de Gagné, las estrategias cognoscitivas, constituyen procesos internos que permiten al estudiante el control de su propia atención, aprendizaje, recuerdo y pensamiento.

Así entonces, la metodología de la enseñanza permite al docente encausar el aprendizaje de los alumnos a partir de los objetivos claramente definidos, y es el medio que permite al profesor la solución al problema de como enseñar una vez que decidió que enseñar, ya es sabido que la metodología de la enseñanza es el conjunto de métodos individuales dirigidos a la obtención del objetivo de aprendizaje.

En cuanto a lo que es aprendizaje hay varias aceptaciones para Robert Gagné el aprendizaje es un cambio de estado in

terno que se manifiesta en un cambio de ejecución y en la persistencia de dicho cambio (Gagné y Briggs, 1974).

Para Ausubel, el aprendizaje cognoscitivo es un proceso a través del cual la información proveniente del medio es asimilada, seleccionada, organizada y jerarquizada dentro de la estructura cognoscitiva del estudiante, con el propósito de usar dicha información, ya sea para facilitar el aprendizaje de nuevos materiales o para solucionar problemas (Ausubel, 1976).

Así como las anteriores concepciones del aprendizaje hay otras, y en general éstas y las de otros autores tienen algunos elementos comunes, por lo que en general el aprendizaje es considerado como un proceso mediante el cual adquirimos conocimientos que posteriormente utilizamos cuando son requeridos, y se presentan como un cambio de conducta.

II. ANTECEDENTES.

Las Teorías del aprendizaje tiene sus raíces en la Filosofía Positivista creada por Augusto Comté en 1830, e introducida en México por Gabino Barreda al fundarse la Escuela Nacional Preparatoria el 2 de diciembre de 1867 al triunfo de Benito Juárez sobre los conservadores, y que incorpora la concepción de un nuevo hombre en la cultura autóctona e integra la educación revolucionaria positiva.

Las teorías del aprendizaje se van a originar a partir de la obra realizada en el primer laboratorio de Psicología, fundado por Wundt en 1879, así como las diversas investigaciones sobre funciones psicológicas hechas desde una perspectiva fisiológica y biológica, determinaron la psicología experimental y como consecuencia de esto la independencia de la psicología con respecto a la filo-

sofia, con lo que la psicología adoptó una metodología científica, y con ella aparecieron los primeros estudios sobre los procesos y aspectos psicológicos que el individuo manifiesta a lo largo de su desarrollo biológico y social, y ya a fines del siglo pasado diferentes investigadores ya manifestaban su interés por estudiar el aprendizaje y los procesos subyacentes a él, desarrollándose investigaciones psicológicas experimentales que cobran gran desarrollo, lo que permitió la formulación de varias teorías del aprendizaje que se caracterizan por las diferentes concepciones teóricas en que se apoya, y es a mediados de este siglo que se han manifestado dos grandes corrientes en la psicología experimental que han contribuido e influido muchísimo en el proceso de aprendizaje, y son las teorías o escuelas llamadas: Conductistas y Cognoscitivistas.

Las Teorías Conductistas fueron creadas propiamente por John B. Watson en 1913, el Conductismo se propone rechazar los conceptos mentalistas como los de conciencia, sensación, voluntad, imagen, etc. sustituyéndolos por otros, apoyándose en el paradigma estímulo-respuesta, trabajando exclusivamente con eventos observables aplicando el método experimental y sostiene que toda conducta se da como respuesta a un estímulo.

Watson retomó los conceptos obtenidos experimentalmente por Pavlov de sus clásicos estudios sobre reflejos condicionados en animales, ya que esto podría servir como un excelente paradigma del aprendizaje. Entre los seguidores contemporáneos considerados neoconductistas están entre otros a Guthrié, Tolman, Hull, Spencer y Skinner.

La teoría cognoscitiva se puede considerar de reciente formación, surgiendo en los años sesenta.

Las teorías cognoscitivistas sostienen que la asociación entre estímulo y respuesta son insuficientes para explicar el aprendizaje académico y postulan que no se aprende cuando el estudiante responde a un estímulo, sino cuando está en contacto con él.

Los teóricos cognoscitivistas, parte del supuesto de que el hombre tiene una capacidad innata para diferenciar selectivamente los elementos de una información (estímulo), con objeto de relacionarla entre sí, e incorporarla a la propia estructura cognoscitiva, y consideran que se aprende cuando se realiza esta incorporación; de acuerdo a lo anterior, la respuesta que se da o que se manifiesta, no es sino una demostración o exteriorización del aprendizaje logrado anteriormente cuando estuvo en contacto con el estímulo.

Realmente las discrepancias entre las dos grandes teorías, aunque fundamentales, son menos irreconciliables de lo que parecen, pues en realidad el aprendizaje se produce tanto al responder en forma manifiesta u observable, como al estudiar o analizar su información ya que los cognoscitivistas se basan en los principios de la escuela estructural funcionalista y en el método experimental. También erradicar el uso de conceptos mentalistas.

Los teóricos cognoscitivistas no ignoran la influencia del medio ambiente, ni la emisión de conductas como factores esenciales del comportamiento y en general señalan que la conducta es una expresión motora de ciertos integrantes de procesos mediadores como la percepción, los sentimientos, las motivaciones, las voliciones, etc., que se presentan según la experiencia del individuo.

El cognoscitvismo, pues, asume como tarea el estudio científico de los procesos cognoscitivos que permiten al individuo el manejo y asimilación de información de manera objetiva y analítica, con la ayuda de una metodología que permita la comprobación experimental de las hipótesis, apoyándose en resultados cuantitativos que permitan medir éstos procesos, siguiendo los lineamientos de la corriente estructural-funcionalista.

Entre los principales representantes de las teorías cognoscitivas del aprendizaje, tenemos a los investigadores Weinert, Aschersleben, Jean Piaget, Ausubel D.P. y Robert Mills Gagné.

III. OBJETIVO.

Apoyado en los antecedentes del conocimiento sobre las principales teorías del aprendizaje expuestas anteriormente, y dadas las características del Colegio de Ciencias y Humanidades, se plantea una propuesta metodológica basada en la Teoría de Robert Mills Gagné, encaminada a la obtención de mejores resultados en la enseñanza-aprendizaje del Tema de la Herencia en los programas de Biología I del propio Colegio.

IV. DESARROLLO METODOLOGICO EN GENERAL.

Para Robert M. Gagné (1974), los procesos de aprendizaje se componen de eventos internos y externos, en ellos van implícitos los procesos operativos que en sus respectivas fases, relacionan los eventos que suceden dentro del estudiante (internos), con los que suceden fuera de él (externos), como se ve en el siguiente diagrama:

FASE DE MOTIVACION

→ EXPECTATIVA

FASE DE COMPRESION

→ ATENCION Y PERCEPCION SELECTIVA

FASE DE ADQUISICION

→ CODIFICACION Y ACCESO A INFORMACION

FASE DE RETENCION

→ ACUMULACION DE LA MEMORIA

FASE DE RECUERDO

→ RECUPERACION

FASE DE GENERALIZACION

→ TRANSFERENCIA

FASE DE DESEMPEÑO

→ RESPUESTA

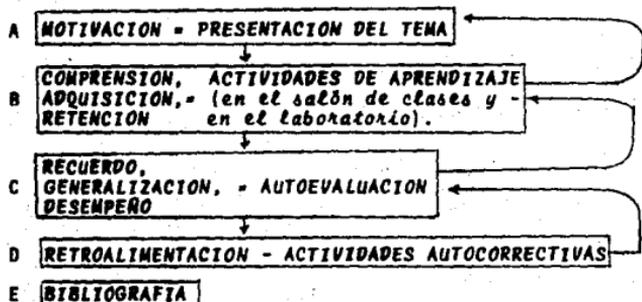
FASE DE RETROALIMENTACION

→ AFIRMACION

Serie de eventos en un acto de aprendizaje (Gagné, 1974)
(Tomado del Módulo V, Area Pedagógica del CAFP del Colegio de Bachilleres).

En realidad, debe considerarse al acto de aprendizaje como un todo, donde se lleva a cabo un conjunto de eventos tanto internos como externos. Cada una de éstas fases de aprendizaje, lleva implícito lo que llama Gagné **PROCESOS OPERATIVOS**, los cuales en el esquema, se muestran encerrados en un rectángulo.

A propósito de traducir la teoría del aprendizaje propuesta en el esquema anteriormente descrito, en la operación correspondiente a la elaboración del tema a desarrollar - en ésta tesis, las fases equivaldrán a las siguientes etapas:



A). PRESENTACION DEL TEMA (MOTIVACION).

Se hará con base en la selección de contenidos temáticos, y se realizará de acuerdo al análisis del programa base.

Estos contenidos serán los que se delimitan como esenciales, es decir, necesarios para dar una visión general del tema.

Es necesario remarcar que contendrán los conceptos principales, teorías básicas, o en general los aspectos fundamentales de los temas a estudiar.

La organización de los contenidos se realizará atendiendo a criterios lógicos, es decir, de acuerdo a la organización propia del contenido, en algunos casos dado por el enfoque y/o el método del tema, por ejemplo, cronología, relaciones, subcategorías, atributos, espacio y dificultad.

Además se atenderá a criterios psicológicos, referentes al alumno mismo, por ejemplo, conocimientos previos, interés que se presente, desarrollo, etc. Hay que considerar que ambos criterios se integran con la finalidad de que el alumno logre un mayor conocimiento del objeto de estudio.

El desarrollo de los contenidos se realizará de acuerdo a la estructura conceptual, propia de la disciplina.

En algunos casos se tendrá la posibilidad de explicar los conceptos más representativos y básicos de la disciplina (en forma breve), ejemplificándolos para mayor comprensión, remitiéndolos en caso necesario a lecturas. En otros casos, se elaborará una pequeña introducción o resumen del tema en estudio y se remitirá al alumno a lectu

ras o material de consulta, según sea el caso. Además se podrá también partir de ejemplos para llegar al concepto. Es posible que se puedan incluir las diferentes modalidades en el desarrollo del tema, imprimiéndole movimientos y flexibilidad en cuanto a la cantidad, tipo de material a consultar por el alumno y la forma de adquirir el conocimiento, constituyéndose el desarrollo del tema como un elemento motivante que provoque el aprendizaje en el alumno.

B). ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE.

Serán planteadas con la finalidad de adquirir mayor comprensión, conocimiento y manejo de los temas en desarrollo.

Las actividades del aprendizaje, se plantearán de acuerdo a la estructuración conceptual del tema, es decir, en algunos casos se podrán pedir ejercicios, problemas a desarrollar, realización de observaciones, prácticas, enunciación de conceptos, planteamiento de ejemplos, etc.

Algunas sugerencias sobre actividades de aprendizaje son las siguientes:

- Las actividades se describirán de tal modo, que su lectura evitará confusión y por lo tanto, mayor consulta.
- Tener claros los elementos que se incorporan en la actividad.
- Promover actividades sistemáticas de tipo integrativo.
- Incorporar actividades que fortalezcan tanto las transferencias horizontales como las verticales.
- Deberán organizarse de manera que se refuercen mutuamente.
- Se plantearán situaciones-problemas, cuya solución de-

- penda de generalizaciones que se vayan adquiriendo.
- Incluir actividades de información, prácticas y retroalimentación.
 - Permitir una integración de diversos conceptos.
 - Requerir de los alumnos que plantean situaciones, problemas y organicen sus estrategias de ataque al problema.
 - Pondrán énfasis en los niveles superiores del conocimiento (generalizaciones) y no en la repetición.
 - Poseerán una continuidad de acuerdo a los conceptos.
 - Indicar cuando fuere necesario, las alternativas o caminos más cortos.
 - Incluir en las actividades de aprendizaje, elementos y aspectos posibles a requerir en las evaluaciones.
 - Plantear actividades accesibles a los recursos de los alumnos (tiempo, materiales, conocimientos, etc).

C). AUTOEVALUACION.

Se pretenderá que la autoevaluación determine los aspectos importantes de aprendizaje del tema presentado.

La autoevaluación se planteará de acuerdo al contenido, los objetivos y las actividades de aprendizaje, planteadas o sugeridas.

Se realizará en forma diversas de acuerdo a la materia, pero específicos de acuerdo al tema, ésto es, simulará un examen pidiendo los diferentes niveles de conocimiento respecto al tema.

Sugerencias con respecto a lo anteriormente mencionado:

- Asegurarse de que se proporcionen los elementos necesarios que han de servir de base a las respuestas.

- Tener en cuenta el nivel de información que posee el alumno.
- Provocar la conceptualización personal de los contenidos.
- Expresar las preguntas al nivel requerido en los objetivos.
- Intentar que la evaluación, esté de acuerdo con las actividades de aprendizaje que se plantearon.
- Asegurarse que en la redacción se defina claramente la intención y alcance de las preguntas.

D). ACTIVIDADES AUTOCORRECTIVAS.

Se explicitarán de manera que comprendan conocimientos de los temas desarrollados.

Se expresarán de manera que permitan una integración de los conocimientos previos, con la finalidad de que el alumno exprese un nivel de conocimientos más elevado y realice una integración y generalización. En cuanto a su verificación, la realizará el alumno, a través de las evaluaciones parciales, es decir, si el alumno no logra resolver la actividad autocorrectiva, es necesario que regrese a revisar su tema y su autoevaluación correspondiente.

Aspectos a considerar en la explicitación de actividades autocorrectivas:

- Pretenderán englobar conocimientos anteriores.
- Estará expresada la generalización de conocimientos.
- Podrán integrar conocimientos de diversos niveles.
- El nivel de conocimientos será superior al pedido en las autoevaluaciones, puesto que éstas se integrarán en las actividades autocorrectivas.
- Se pedirán preferentemente niveles de elaboración, emi-

sión de juicios, conceptualización, etc.

E) BIBLIOGRAFIA.

Hará referencia a los materiales que han de ser consultados, que son útiles para el desarrollo específico del tema (básica-específica para el alumno).

Es conveniente incluir alguna bibliografía básica complementaria con la finalidad de que el alumno tenga la posibilidad de ampliar el conocimiento sobre el tema en caso requerido.

Recomendación sobre la selección de Bibliografía:

- Accesibles en cuanto al contenido.
- Accesibles en cuanto a su localización.
- Relaciones específicamente con el tema señalado.
- La selección puede ser variada: revistas, periódicos, enciclopedias, antologías, textos, etc.
- La bibliografía básica-específica se explicitará en cada tema y la básica complementaria al final del trabajo, ésta para el maestro a manera de sugerencia.

V. DESARROLLO PARTICULAR DE LA PROPUESTA METODOLOGICA DEL TEMA DE LA HERENCIA DEL PROGRAMA VIGENTE DE LA ASIGNATURA DE BIOLOGIA I DEL C.C.H.

5.1 ASPECTOS HISTORICOS DE LA GENETICA

Si bien, la Genética concebida como la ciencia que estudia todo lo referente a la herencia empieza en el presente siglo, parece ser, que el hombre reconoció su influencia desde tiempos muy antiguos. Se encontró una tablilla babilónica de hace unos 6000 años con indicaciones de co-

no se transmitían algunas características de la cabeza y de la crin en caballos.

En nuestro país se han encontrado espigas de maíz (mazorcas) cuyo origen se remonta a miles de años y los que sin duda son muy diferentes a las formas actuales.

El conocimiento de los mecanismos hereditarios provienen en realidad de una larga serie de ensayos y errores que pretendieron explicar y predecir el comportamiento de este fenómeno. En seguida se mencionarán algunos de los nombres e ideas que en algún momento se relacionaron con esta ciencia.

5.1.1 PREFORMACION Y EPIGENESIS: SWAMMERDAM Y WOLFF.

JAN SWAMMERDAM (1637 - 1680) pretendiendo explicar el desarrollo de los individuos propuso una hipótesis - que se mantuvo alrededor de 200 años: "**LA PREFORMACION**", en la que según SWAMMERDAM en la cabeza del espermatozoide se encuentra el embrión del nuevo individuo que al depositarse en el útero de la mujer encuentra las condiciones necesarias para su desarrollo y crecimiento.

Otros científicos, en cambio, sostenían que el individuo se encontraba efectivamente preformado, pero esto ocurría en el óvulo y no en el espermatozoide. Quienes mantenían esta hipótesis se les agrupaba en los "**OVISTAS**" (del óvulo), en tanto que a los que sostenían que el individuo se encontraba preformado en el espermatozoide se le incluía en los "**ANIMACULISTAS**".

Algunos dibujos de la época muestran a los seres humanos en miniatura dentro de la cabeza del espermatozoide.

zalde.

Lo más importante de estas ideas es el punto de vista me canicista que sirvió para reemplazar los vagos conceptos que se tenían con anterioridad.

La "EPIGENESIS" sustentada por WOLFF (1759) cae en contraposición con la "PREFORMACION", pues sostenía que las células reproductoras con tienen ciertos cuerpos definidos, los cuales después de la unión tienen la fuerza para organizar las partes del cuerpo.

INMUTABILIDAD DE LAS ESPECIES.

Hasta los tiempos de LINNEO (1707 - 1778) se había sostenido la creencia que todas las especies del globo terráqueo habían sido formadas simultáneamente y desde su origen se habían reproducido idénticas a sí mismas, sin cambios aparentes.

CONCEPTOS DE LAMARCK "DEL USO Y DESUSO".

JEAN BAPTISTE MONNET, caballero de LAMARCK nacido en Barentin, Picardía, Francia, en 1744, hizo algunas especulaciones importantes sobre la herencia, que desde su presentación en la obra "PHILOSOPHIE ZOOLOGIQUE" provocaron tal controversia, que en cierta forma se mantiene hasta el presente siglo. Según Lamarck, existe una "LEY DE USO Y DESUSO" basada en que los animales desarrollan más y mejor aquellas partes del cuer-

po que el clima, la cantidad de alimento y las condiciones geográficas exigen o favorecen debido al uso - que se les de, en tanto que aquellos órganos que no - emplee llegan a atrofiarse o a desaparecer. A manera de ejemplo, un individuo que ejercite (use) sus músculos llegará a desarrollarlos más que aquél que realiza una actividad sedentaria. El error de Lamarck consistió en suponer que esas características adaptativas individuales se podían transmitir a la descendencia, o lo que es lo mismo, que los caracteres adquiridos se heredan.

Aún y cuando actualmente se discuten las ideas de Lamarck, lo que resulta inobjetable es su aportación en el cambio sobre la concepción de la inmutabilidad de las especies al proponer el primer brote evolucionista.

5.1.2 EVOLUCIONISMO Y CREACIONISMO.

Las ideas de Lamarck fueron duramente combatidas por la inmensa mayoría de los hombres de ciencia de su época y sin embargo, tuvo algunos continuadores, entre los que destaca ETIENNE GEOFFROY SAINTHILAIRE - (1772 - 1844). En tanto que Lamarck admitía que los organismos poseían la propiedad de adaptarse al medio externo por cambios útiles en su organización, SAINTHILAIRE, concebía la posibilidad de cambios útiles y modificaciones perjudiciales, pero, según él, la evolución favorable tiene lugar porque parecen los organismos que tienen cambios perjudiciales y sobreviven los que experimentan cambios útiles por la acción del medio. En algunas de sus concepciones esta el embrión que medio siglo después desarrollaría Carlos Darwin.

5.1.3 "TEORIA DE LOS GRANDES CATACLISMOS": CUVIER.

En contraposición con los principios evolucionistas - de SAINT-HILAIRE, GEORGES CUVIER (1769 - 1832) rescata el concepto de la inmutabilidad de las especies; - este eminente sabio Francés constituye un caso notablemente paradójico; fundador de la Anatomía Comparada y de la Paleontología, cuyas investigaciones han proporcionado las más concluyentes pruebas en favor de la evolución de las especies, fué el mas encarnizado detractor de esta doctrina. Como resultado del estudio de las capas Geológicas del Valle de París, Cuvier, encontró una gran cantidad de restos fósiles de animales extintos. Cuando más profundas eran las capas geológicas, mayores eran las diferencias entre las formas desaparecidas correspondientes a cada uno de los organismos actuales. En base a los que sus propios descubrimientos iban revelando emitió la "TEORIA DE LOS GRANDES CATACLISMOS", (nueva forma del creacionismo de Linneo y sus antecesores), Según esta teoría, en la historia de la tierra se han sucedido periódicamente grandes catástrofes, cuyo resultado fué la completa destrucción de toda la fauna en la región afectada. Una nueva creación sucedía a cada cataclismo, - y esto explicaba las diferencias entre los fósiles de las distintas capas geológicas entre estos y las formas actuales.

5.1.4 CHARLES R. DARWIN: "LA SELECCION NATURAL".

CHARLES R. DARWIN. Es mas conocido por sus ideas sobre la evolución, pero en sus concepciones incluye - una Base-Genética. Según él, en los organismos opera la "Selección Natural". Esto es, todos los organismos - producen mucho más hijos de los que son necesarios pa

ra reemplazar a sus progenitores. Entre estos descendientes hay variaciones y en la lucha por la existencia algunos estarán mejor adaptados para la supervivencia. Los menos adaptados parecerán, dejando para continuar la especie a aquellos con las características más favorables. Esto, de manera resumida, es la selección natural. La teoría fué expuesta en 1859 bajo el título de: " **THE ORIGIN OF SPECIES BY MEANS OF NATURAL SELECTION, OR THE PRESERVATION OF FAVORED RACES IN THE STRAUGGLE FOR LIFE** ". Se dice que fue tal la expectación que causó este libro, que el 1er. día que salió a la venta se agotó en su primera edición.

5.1.5 AUGUST WEISMANN: "SOMATOPLASMA Y GERMOPLASMA"

En todo individuo cabe distinguir, según WEISMANN - (1889), dos fracciones materiales: una, la más importante que esta destinada a morir con el individuo, la que forma todos los órganos y tejidos del organismo - y que el llamó "**SOMATOPLASMA**", otra, de mucho menor importancia cuantitativa, que se desprende del organismo le llamó "**GERMOPLASMA**" y es potencialmente inmortal; ahora bien, como los caracteres adquiridos - por la influencia del medio se fijan comúnmente en el somatoplasma desaparecen con él y no pueden transmitirse a la descendencia. Estas ideas llevaron a Weismann a la conclusión de que los caracteres adquiridos no pueden heredarse.

Para probar sus hipótesis realizó numerosos experimentos en los que mutilaba a animales para saber si estas se transmitían a su descendencia. El más famoso de sus trabajos es quizá el que consistió en cortar las colas a un grupo de ratones durante 22 generaciones sucesivas tan pronto como nacían. Cuando en la vi

gésima tercer generación, se permitió que crecieran - las colas, estas resultaron tan largas y bien desarro- lladas como las colas de los ratones del grupo con- trol que no habían sido mutiladas.

5.1.6 LA TEORIA DE LA MUTACION: DE VRIES.

A principios del siglo, HUGO DE VRIES, observó en un grupo de plantas de la "vellowita de la tarde" *Oenothera* que casi todos los individuos eran semejantes - entre sí, pero que había unos cuantos individuos que - diferían en algunas características con respecto al - grupo. Había ciertas plantas enanas, otras con dobles pétalos en sus flores y otras que tenían hojas en for- mas desusadas. Al trasplantar a esos individuos con - características diferentes en su jardín, observó que tales características se repetían en la descendencia, llegando a establecer líneas que mantenían constantes a dichas características. En 1901, de Vries propuso - su "TEORIA DE LA MUTACION" postulando que los organis- mos vivientes ocasionalmente producen nuevos tipos he- reditarios por medio de cambios súbitos, esto es, mu- taciones en las unidades de la herencia. Darwin había observado tipos mutantes en los animales y los denomi- nó "SPORTS", pero no comprendió su significado en la producción de la variación hereditaria que es la base de la selección natural.

5.1.7 DESCUBRIMIENTO DEL ADN Y DE LOS CROMOSOMAS.

En 1869, un científico suizo, FRIEDRICH MIESCHER, hi- zo una separación química de las partes de la célula de pus, de las heridas de los pacientes que había co- lectado en un hospital. Dirigiendo el citoplasma, Mi- escher obtuvo núcleos celulares y de ellos extrajo un

material gelatinoso al que llamó nucleína. Por teñirse fuertemente con colorantes básicos se le consideró como un ácido, el ácido nucleico.

Los trabajos hechos por embriólogos y citólogos con ayuda de las mejoras en el microscopio y las técnicas de tinción no tardaron mucho en descubrirse los cromosomas (1873) que recibieron su nombre de Waldeyer por la facultad que tienen de absorber selectivamente - ciertas materias colorantes (cromos, color; soma, - cuerpo).

Dos alemanes, WALTER FLEMMING y E. STRASBURGER, entre otros, descubrieron el comportamiento de los cromosomas de la célula en división de animales y de plantas OSCAR HERTWIG Y HERMMAN FOL, habían observado la unión de los núcleos masculinos y femeninos durante la fecundación. En 1884, HERTWIG surgió, que la cromatina era el material responsable de la transmisión de los caracteres hereditarios y en 1882, un Belga, EDOUARD VAN BENEDEN al estar observando la fecundación en *Ascaris sp.*, vió que dos cromosomas de cada progenitor formaban un solo núcleo con cuatro cromosomas que es el número que se encuentra en las células del cuerpo (somáticas). Esto condujo al descubrimiento que el número de cromosomas es reducido a la mitad antes que se reproduzcan las células reproductoras. Todas estas hipótesis se realizaron antes que se redescubrieran los trabajos de Mendel (se describen posteriormente) - en 1900 por un Botánico Holandés, HUGO DE VRIES: un botánico alemán, KARL CORRENS y un botánico austriaco ERICH TSCHERMAK.

En 1944, OSWALD T. AVERY, COLIN M. MC. LEOD Y MACLYN MCCARTHY demostraron en base al experimento de GRIF-

FÍTH, que el único responsable de la transmisión de los caracteres hereditarios es el ADN y no la proteína que lo envuelve, como se había pensado. Actualmente se sabe que el ARN y el ADN son las moléculas de la herencia.

En 1952, los trabajos de MAURICE H. WILKINS y su colaboradora ROSALIND FRANKLIN, lograron fotografiar mediante Rayos X cristales de ADN. Este hecho, y la observación de E. CHARGAFF, que mediante análisis químicos encontró una relación cuantitativa específica en el que por cada NUCLEOTIDO de ADENINA hay otro de TIMINA, y por cada nucleótido de GUANINA hay otro de CITOSINA, la unión entre los nucleótidos se hace por medio de enlaces de HIDROGENO. En base a estas evidencias, JAMES D. WATSON Y FRANCIS H. CRICK propusieron (1953) el Modelo Molecular del ADN. Con esta información y desde entonces en forma continua se han realizado nuevos descubrimientos que permiten comprender de mejor manera al fenómeno de la herencia.

5.2 LAS BASES FISICAS Y QUIMICAS DE LA HERENCIA.

5.2.1 UBICACION DEL GENE.

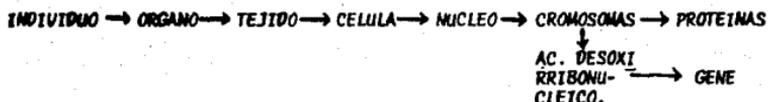
El conocimiento actual de la Genética es el producto del esfuerzo y trabajo de científicos que versan en diferentes disciplinas: Físicos, Químicos, Bioquímicos, Biólogos celulares, Médicos, etc. La constitución Físico-Química de las moléculas de la herencia (ADN y ARN) y los procesos que participan en la perpetuidad de la especie son ampliamente conocidos.

El núcleo celular se ha establecido como la sede del

patrimonio hereditario. La substancia que lo compone, la cromatina, al momento de dividirse se constituye en los cromosomas. Estos se presentan en un número constante en todas las especies. Por ejemplo:

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Número de Cromosomas
Hombre	<i>Homo sapiens</i>	46
Macaco	<i>Macaco mulatta</i>	48
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	22
Pino	<i>Pinus montezumae</i>	24
Maguey	<i>Agave xalapensis</i>	60

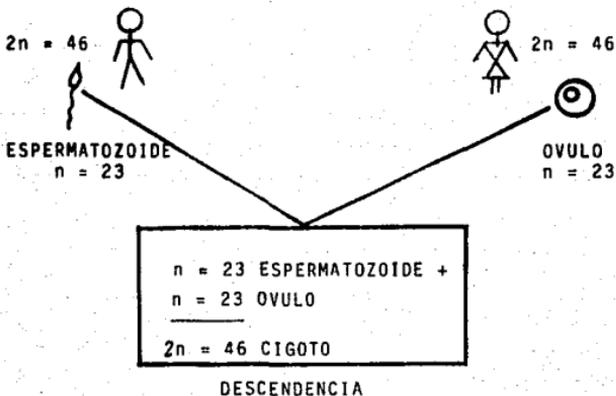
Los cromosomas se encuentran constituidos por una matriz proteínica (núcleo proteíno) y una larga molécula de ácido desoxiribonucleico (ADN) en la que están ubicados los GENES, unidades hereditarias que se transmiten de una generación a la siguiente y que se expresan mediante información codificada para la producción de proteínas.



Si se observa cualquier célula somática se encuentra en condición DIPLOIDE pero, al observar a una célula reproductora se cuenta solo la mitad de los cromosomas (HAPLOIDES). Ambos tipos de células son indispensables en la herencia y la variación de la especie. - El proceso de división celular que mantiene constante el número de cromosomas en las células hijas (somáticas) es la MITOSIS y la división celular que reduce a la mitad el número de cromosomas en las células es la

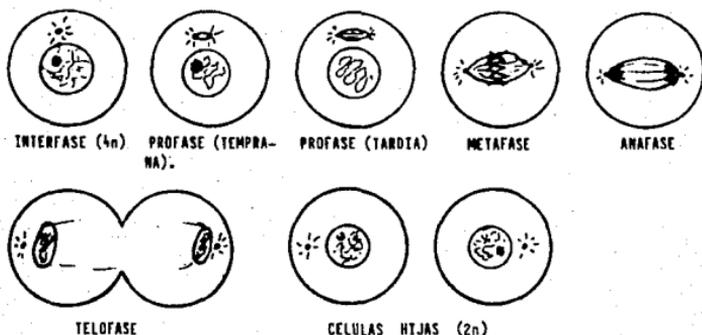
MEIOSIS.

Cada progenitor aporta mediante las células (GAMETOS) genética (CROMOSOMAS) a su descendencia en la que se restituye el número de cromosomas constante de la especie.



5.2.2 DIVISION CELULAR: MITOSIS.

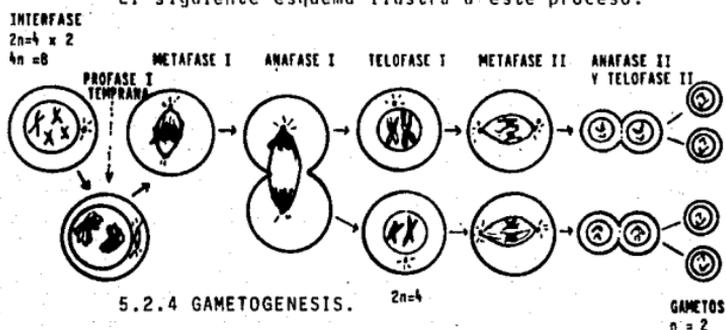
La función de la Mitosis es, construir una copia exacta de cada cromosoma y después distribuir por medio de la división de la célula original (célula madre) - un juego idéntico de cromosomas para las células hijas. El crecimiento de los individuos es debido en gran parte a la continua multiplicación celular (mitosis) si bien, es un proceso continuo, aquí se muestran algunas fases de la mitosis:



5.2.3 DIVISION CELULAR: MEIOSIS.

El hecho de que pueda haber un número constante de - cromosomas en cada especie, la posibilidad de adaptación de los organismos a los cambios del medio, y las variaciones entre los individuos, es debido en parte a la reproducción sexual. En este tipo de reproducción cada uno de los progenitores aporta la mitad de sus genes para configurar a un nuevo individuo, que si bien se parece a sus padres, también mantiene su propia individualidad. El mecanismo que regula la división reduccional de los cromosomas que contienen a los genes, es la *Meiosis*. Así por ejemplo, el hombre que posee 46 cromosomas en sus células somáticas (23 pares), en sus gametos lleva solamente la mitad, 23 cromosomas. Cuando los gametos masculinos (espermatozoides) y los gametos femeninos (óvulos) se unen en el proceso conocido como fecundación se forma el cigoto o huevo que restituye al número original de los cromosomas (46).

El siguiente esquema ilustra a este proceso.



Es el proceso mediante el cual se originan y maduran las células sexuales o gametas, comprende la Espermatogénesis y la Oogénesis.

5.2.4.1 ESPERMATOGÉNESIS.

La maduración completa de las células que se producen por meiosis recibe el nombre de gametogénesis. La gametogénesis, en el animal macho es llamada espermatogénesis (Fig. 2). En los mamíferos se origina en las células diploides primordiales en el epitelio germinal de los túbulos seminales de las gónadas masculinas (testículos). El epitelio germinal está compuesto de células llamadas espermatogonios, que por crecimiento puede diferenciarse en un espermatocito primario diploide ($2n$), con la capacidad de efectuar una primera Meiosis, produciendo espermatocitos secundarios haploides (n), de estas células, y por una segunda Meiosis, se producen las espermatidas (haploides) que al madurar se convierten en células espermáticas o espermatozoides (n).

5.2.4.2 OOGENESIS.

La gametogénesis en el animal femenino es llamada Oogénesis (Fig. 3). El epitelio germinal, cerca del límite exterior del ovario, hay unas células germinales diploides llamadas *Oogonios*. Por crecimiento y acumulación de citoplasma o vitelo se forma un Oocito Primario diploide ($2n$), con la capacidad de efectuar Meiosis. Al realizar la primera Meiosis, el número de cromosomas se reduce a la mitad mediante una citocinesis - que forma dos células desiguales. La célula que posee mayor cantidad de vitelo se llama *Oocito Secundario* y la de menor cantidad de vitelo (la mas pequeña) primer cuerpo polar que puede sufrir una segunda división meiótica y formar dos cuerpos polares secundarios. Todos los corpúsculos polares degeneran y uno participa en la fecundación. La segunda división del Oocito implica otra vez una desigual citocinesis que produce una célula mayor la *Oótide* y un cuerpo polar secundario (n). Gracias al crecimiento y diferenciación la Oótide se convierte en un gameto femenino llamado *Ovulo*, (n).

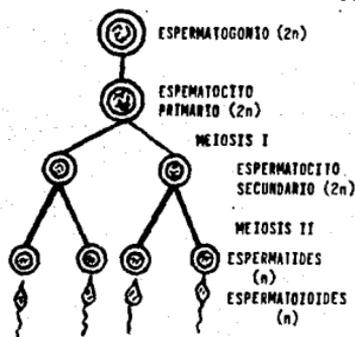


FIG. 2 ESPERMATOGÉNESIS

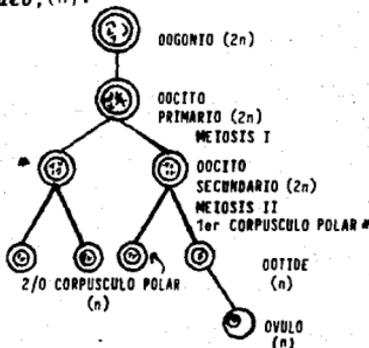


FIG. 3 OOGÉNESIS

5.2.5 ACIDOS NUCLEICOS.

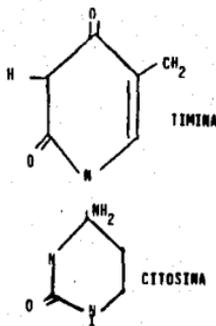
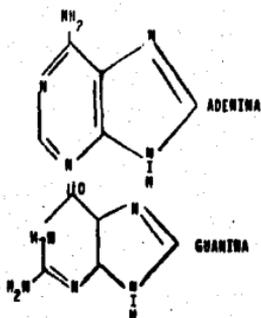
En los seres vivos se encuentran dos clases importantes de ácidos nucleicos: el ácido Desoxirribonucleico o ADN, y el ácido Ribonucleico, o ARN. Cada uno de estos es un polímero lineal sin ramificaciones. Sus pesos moleculares varían desde cerca de 20,000 hasta 30 millones.

El ADN se encuentra confinado en el núcleo y algunas estructuras celulares como las mitocondrias y cloroplastos; el ARN, se localiza en el nucleólo, en el protoplasma y en los ribosomas.

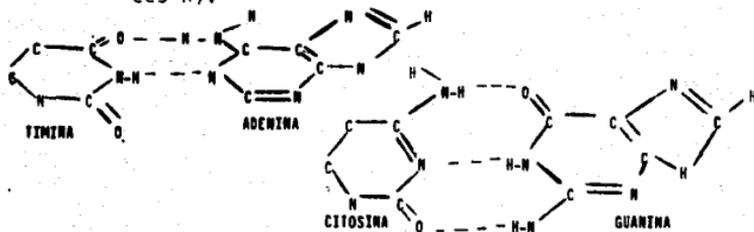
Como todos los polímeros, los ácidos nucleicos, pueden descomponerse en sus monómeros. Estos se llaman nucleótidos. Cada nucleótido está constituido por un azúcar de 5 carbonos (pentosa), que se une a un grupo fosfato (ortofosfato- PO_4) por medio de un enlace fosfodiéster 3' - 5', y una base nitrogenada.

El grupo fosfato es igual en el ADN y el ARN. El azúcar en el ácido ribonucleico se le llama ribosa y en el ácido desoxirribonucleico recibe el nombre de desoxirribosa (desoxi, por tener un átomo de oxígeno menos que en la ribosa en la posición 2').

Las bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos son de dos tipos: Purinas (o púricas) y pirimidinas (o pirimídicas). En el ADN las purinas son adenina, guanina y las pirimidinas citosina y timina. En el ARN - las púricas son adenina y guanina, y las pirimídicas citosina y uracilo.



En el ADN existe una correspondencia entre una base púrica y una pirimidica que se unen entre sí en un enlace químico por puente de hidrógeno. Este tipo de unión es específico para enlazar (dos enlaces H) a timina con adenina y a guanina con citosina (tres enlaces H).



A diferencia del ADN, el ARN está formado por una sola banda que generalmente es más corta. El ARN se presenta en tres formas.

- El ARNm (ACIDO RIBONUCLEICO MENSAJERO).
- El ARNt (ACIDO RIBONUCLEICO DE TRANSFERENCIA).
- El ARNr (ACIDO RIBONUCLEICO RIBOSOMAL)

La función primordial del ARN es la síntesis de proteínas.

5.2.5.1 REPLICACION DEL ADN.

Los puentes de hidrógeno, unen entre sí a las bases complementarias son enlaces relativamente débiles. Cuando se rompen, producen la separación de las dos bandas del ADN. Al mismo tiempo que se van separando, frente a cada base nitrogenada que queda libre, se coloca una nueva base complementaria, que se une a la cadena "vieja" mediante enlaces de hidrógeno. Ya que la unión entre las bases se da de manera específica, solo es posible el apareamiento entre adenina y timina y entre guanina y citosina por lo que la nueva cadena será idéntica a la primitiva. Todo este proceso se realiza bajo la acción de la ADN-POLIMERASA (Fig. 4)



FIG. No. 4



FIG. No. 5

Esta hipótesis (propuesta por Watson y Crick) - en que la replicación del ADN es "semiconservativa", esto es que cada banda de la molécula da origen a otra banda nueva e idéntica a la primitiva, fué demostrada por Matthem Wesselson y Franklin W. Stahl en 1957. En base a sus trabajos se descartó la hipótesis "conservativa" que plantea que en lugar de replicarse cada banda por separado, se replicaría toda la molécula original (Fig. 5).

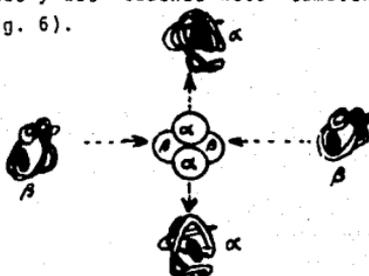
5.2.5.2 ESTRUCTURA Y FUNCION DE LAS PROTEINAS.

En la molécula del ADN se encuentra contenida - toda la información hereditaria. Esta informa- - ción se expresa de acuerdo a la actividad especí - fica que cada célula ha de realizar según la he - rencia que ha recibido. Por ejemplo, la pigmen - tación de la piel humana está en función de la can - tidad de melanina que sintetizan las células epi - dérmicas, mientras mayor sea la cantidad de mela - nina sintetizada más oscura es la pigmentación - de la piel. La cantidad de melanina (proteína) - que se ha de sintetizar obedece a un patrón de - herencia al que responden las células epitelia - les debido a la información genética contenida - en el ADN de su núcleo. Del mismo modo la célula fabrica todas las proteínas que constituyen al - organismo (estructurales) y a las enzimas que re - gulan las reacciones bioquímicas de los seres vi - vos. También las enzimas poseen una estructura - proteica (funcionales).

El color de los ojos, la textura del cabello - (rizado o lacio) y los demás caracteres que defi - nen la personalidad en cada individuo dependen - de las proteínas que forman sus células.

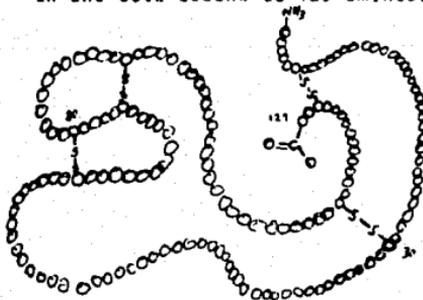
Las proteínas son polímeros de subunidades (mo - nómeros) llamados aminoácidos. Cada aminoácido - tiene un grupo amino (NH_2) en un extremo y un - grupo carboxilo (COOH) en el otro. Toda la varie - dad de proteínas que el individuo ha de formar - se logra mediante la combinación de 20 aminoáci - dos, diferentes que existen en la naturaleza. - Según el tipo, orden y posición que guarden las

aminoácidos será la proteína específica que se formen. La hemoglobina, por ejemplo, que constituye el 90% de los eritrocitos, esta formada por cuatro cadenas polipéptidicas, cada una de ellas con un núcleo "heme" (un grupo de átomos que contiene hierro). Las cadenas se presentan en pares. La hemoglobina adulta normal tiene dos "cadenas alfa" idénticas y dos "cadenas beta" también idénticas (Fig. 6).



Las cadenas alfa poseen 141 aminoácidos cada una y en cada cadena beta hay 146. La manera en que se disponen los aminoácidos es lo que determina la estructura de la proteína de acuerdo a:

1. ESTRUCTURA PRIMARIA. Es la que determina la secuencia u orden de aminoácidos unidos entre sí por enlaces peptídicos. Esta es la proteína Lisozima de la clara de huevo que consiste en una sola cadena de 129 aminoácidos (Fig.7)



2. ESTRUCTURA SECUNDARIA. Las flecciones y plegamiento que sufren las proteínas en su configuración es debido a su estructura secundaria - (Fig. 8).

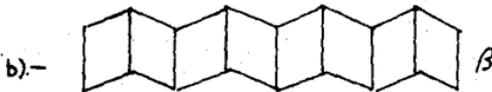


Fig. 8 a) ESTRUCTURA SECUNDARIA TIPO α HELICE;

b) ESTRUCTURA SECUNDARIA TIPO β

3. ESTRUCTURA TERCIARIA. Las proteínas biológicamente activas son las proteínas globulares. - Estas son de forma elíptica en la cual la cadena peptídica presenta varios doblamientos - entre sí, con lo cual reduce su tamaño. Los doblamientos de la cadena polipeptídica en sí misma son reproducibles y distintos para cada proteína. De una manera general, los grupos polares quedan en el exterior de la molécula y los no polares en el interior gracias a los plegamientos, (estructura terciaria) de la molécula en sí misma esta se hace compacta y de dimensiones reducidas. La estructura terciaria se estabiliza gracias a los enlaces hidrofóbicos, enlaces polares, puentes de hidrógeno, enlaces iónicos y enlaces disulfuro - - (Fig. 9).



Fig. 9 ESTRUCTURA TERCIARIA DE LA FORMA ACTIVA DE LA RIBONUCLEASA PANCREATICA BOVINA.

4. ESTRUCTURA CUATERNARIA. Es la asociación entre dos o más cadenas polipeptídicas (idénticas o diferentes) llamadas subunidades que individualmente no tienen actividad biológica y asociadas constituyen la especie biológicamente activa. Por ejemplo, la hemoglobina adulta tiene dos cadenas "alfa" idénticas y dos cadenas beta, también idénticas (Fig. 10).

ESTRUCTURA
CUATERNARIA



ESTRUCTURA DE
LA HEMOGLOBINA
CON 2 CADENAS
ALFA Y 2
CADENAS BETA.

FIG. 10 ESTRUCTURA CUATERNARIA DE LAS CADENAS ALFA Y BETA DE LA HEMOGLOBINA.

5.2.5.3 CODIGO GENETICO.

La síntesis de proteínas obedece a la información genética que cada individuo posee. Una alteración en dicha información trae consigo un cambio en la proteína que se ha de sintetizar. Por

ejemplo, algunas personas tienen alfa hemia. Este es un tipo de anemia debido a que sus moléculas de hemoglobina tienen cuatro cadenas alfa y ninguna beta, lo que impide el funcionamiento normal de la hemoglobina. De alguna manera en estos individuos el gene que sintetiza a la cadena beta ha sido inactivado, perdido o alterado en forma drástica y la célula lo compensa utilizando las cuatro cadenas alfa disponibles. En otras ocasiones es suficiente la sustitución de un aminoácido por otro para modificar a la proteína (Fig. 11).

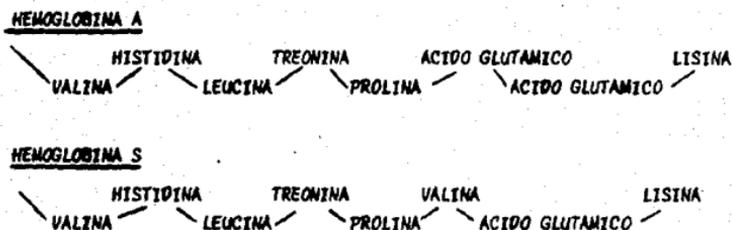
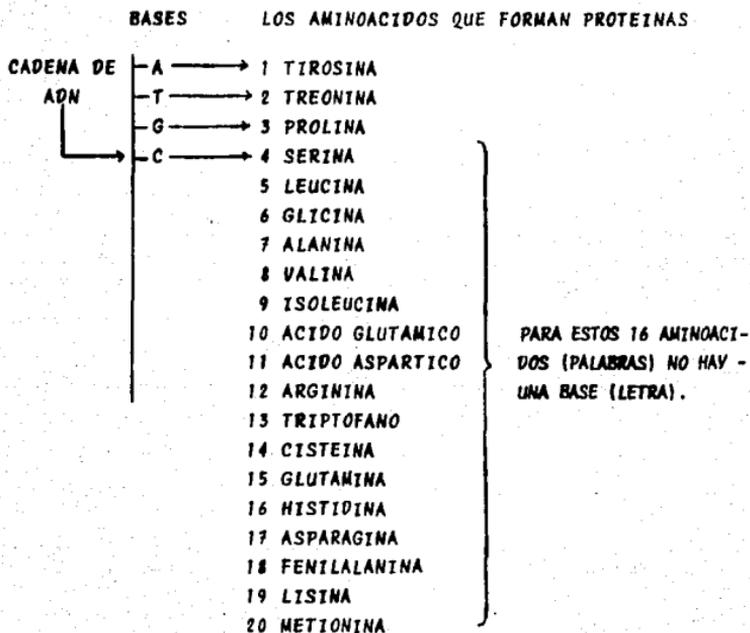


FIG. 11 Fórmulas estructurales de los aminoácidos que varían en el péptido 4 de la cadena Beta. En la Hemoglobina A la sustitución de una molécula de ácido glutámico por valina produce la Hemoglobina S.

- a) Así pues, el ADN debe contener la información correcta para la síntesis de proteínas. Esta información debe ordenar a 20 aminoácidos distintos a partir de 4 bases diferentes. George Gamow, en 1954 razonó; si la lectura del mensaje genético supone construir veinte palabras diferentes (los veinte tipos de aminoácidos), con tan solo cuatro letras los cuatro -

tipos de bases del ADN ¿De cuantas letras debe constar cada palabra del lenguaje genético?.



B) Si cada palabra (aminoácido) se forma de dos letras (bases), entonces con cuatro letras - distintas combinadas en pares se podrían formar 16 palabras distintas ($4^2 = 16$) sin embargo, como hay que formar 20 palabras distintas la combinación por pares resulta insuficiente esquemáticamente se puede representar de la siguiente manera:

BANDA DE
ADN

A	1 FENILALANINA
A	2 LEUCINA
T	3 ISO-LEUCINA
G	4 METIONINA
A	5 SERINA
C	6 PROLINA
T	7 TREONINA
T	8 ALANINA
G	9 TIROSINA
T	10 HISTIDINA
C	11 GLUTAMINA
C	12 ASPARAGINA
A	13 LISINA
G	14 ACIDO ASPARTICO
G	15 ACIDO GLUTAMICO
C	16 CISTEINA
G	17 ARGININA
T	18 SERINA
A	19 GLICINA
A	20 TRIPTOFANO

PALABRAS (AMINOACIDOS) QUE PODRIAN FORMARSE CON LOS PARES DE LETRAS (BASES) EQUIVALENTES.

ESTAS PALABRAS (AMINOACIDOS) NO TENDRIAN LETRAS (BASES) CON QUE FORMARSE.

C). Si cada palabra (aminoácido) se forma de tres letras, entonces con cuatro letras distintas se pueden obtener 64 combinaciones ($4^3 = 64$). Así pues, con tripletes (terciarias) de letras (bases) se podría incluso rebasar el número de palabras (aminoácidos). Esta suposición teórica de Gamow fué demostrada en la práctica por Francis H.C. Crick y Sidney Brenner en 1961.

Pero ¿Porque hay 64 tripletes de bases distintos, para solo 20 aminoácidos diferentes? Esto es ¿Hay un exceso de información en la clave genética? La información que realmente proporciona (20) es inferior a la que potencialmente puede proporcionar. Se dice por ello que la clave genética está "degenerada".

En realidad existen varios tripletes que informan para un solo aminoácido. Tal es el ejemplo de alanina, prolina, treonina y otros que contienen hasta 4 tripletes distintos para el mismo aminoácido. Esto tiene un sentido biológico, pues de este modo, no todo cambio de bases se traducirá necesariamente en una modificación de los aminoácidos de la proteína, con lo cual se logra una mayor estabilidad funcional del ser vivo. Es más, en muchos casos un aminoácido es codificado por varios tripletes que solo difieren entre sí en la tercera base. Esto hace que un cambio a nivel de esta tercera base muy probablemente no originará un cambio en la proteína.

El cambio de una base por otra únicamente -

puede determinar el cambio de un aminoácido por otro en la proteína correspondiente, la cual muy probablemente podrá seguir siendo activa. Sin embargo, la adición o pérdida de una base determinada que el lenguaje genético cambie totalmente de sentido a partir de ese punto, con lo que la proteína difícilmente conservará sus propiedades funcionales.

Estableciendo que cada triplete condifica para un aminoácido, vino luego el decifrado de la clave. Esto es, cuales tripletes corresponden a cuales aminoácidos. Los trabajos de Niremberg (1961 y 1964) y Khorana (1964) permitieron que hacia 1965 pudiese elaborarse una tabla con el significado de los 64 codones posibles y en 1972 W. Fiers logró determinar la secuencia completa de nucleótidos que especifica la proteína; del fago M52 y su correlación con la correspondiente secuencia de aminoácidos permitió afirmar que la clave genética elaborada unos 7 años atrás no presentaba errores.

SEGUNDA LETRA

	U	C	A	C	
U	UUU FENILALANINA. UUC UUA LEUCINA UUG	UCU SERINA UCC UCA UCG	UAU TIROSINA UAC UAA SIN SENTIDO UAG	UGU CISTEINA UGC UGA SIN SENTIDO UGG TRIPTOFANO	U C A G
C	CUU LEUCINA CUC CUA CUG	CCU PROLINA CCC CCA CCG	CAU HISTIDINA CAC CAA CAG	CGU ARGININA CGC CGA CGG	U C A G
A	AUU ISOLEUCINA AUC AUA METIONINA AUG	ACU TREONINA ACC ACA ACG	AUU ASPARAGINA AAC AAA LISINA AAG	AGU SERINA AGC AGA ARGININA AGG	U C A G
G	GUU VALINA GUC GUA GUG	GCU ALANINA GCC GCA GCG	GAU ACIDO ASPARTICO GAC GAA ACIDO GLUTAMICO GAG	GGU GLICINA GGC GGA GGG	U C A G

LOS CODONES DE ARN_m PARA LOS 20 AMINOACIDOS

5.2.5.4 SINTESIS DE PROTEINAS.

TRANSCRIPCION Y TRADUCCION.

TRANSCRIPCION. La información genética de un individuo se encuentra codificada en el ADN cromosómico que se halla en el interior del núcleo. Esta información debe expresarse en las proteínas que finalmente configuran las características propias de cada individuo. La síntesis de estas proteínas tiene lugar en el citoplasma de la célula, por lo que se hace evidente la - - -

"TRANSCRIPCIÓN" del mensaje del núcleo hacia el protoplasma donde se lleva a cabo la **"TRADUCCIÓN"** del mensaje. La información codificada del ADN se **"TRANSCRIBE"** a una secuencia codificada del ARN mensajero (ARNm) y merced a la especificidad del apareamiento entre las bases, la información contenida en el ADN se transmite sin ningún cambio al ARNm (Fig. 12).

Solo algunos genes del ADN deberán ser transcritos al ARNm y reconocerse también el punto inicial y final del GEN, acciones que son reguladas por la enzima ARN-POLIMERASA. El ARNm es sumamente inestable y de vida muy corta pues de otra forma estaría actuando de modo indiscriminado.

TRADUCCIÓN. Una vez que el ARNm ha copiado la información del ADN se dirige al citoplasma donde habrá de ser traducido el mensaje para la síntesis de proteínas. Ahí el mensaje es leído unidireccionalmente por uno o más ribosomas (polisomas). Los ribosomas están constituidos por partes aproximadamente iguales de proteínas y ácido ribonucleico, el ácido ribonucleico ribosómico. Los ribosomas son el sitio activo donde se van a unir los aminoácidos para la síntesis proteica. Los aminoácidos van a ser transportados del protoplasma a los ribosomas por otro ácido ribonucleico, el ácido ribonucleico de transferencia (ARNt), o también llamado ácido ribonucleico soluble (ARNs) (Fig. 12)

Hay tal vez entre 40 y 60 formas diferentes de ARNt en la célula y entre estas por lo menos una para cada aminoácido.

Una zona de la molécula del ARNt (anticodón) es complementaria al codón del ARNm y otra zona de la molécula se vincula a un aminoácido "activado" con ayuda de una enzima específica y ATP - (Fig. 13).

Al acoplarse el codón y el anticodón mediante bases complementarias (sitio de decodificación) permite que el aminoácido transportado por el ARNt se una por medio de la enzima peptidil sintetasa (formando un enlace peptídico) al aminoácido de la cadena protéica que se está formando. Esto tiene lugar en el "sitio de condensación de los ribosomas" y ya unidos el ARNt se desliga del polipéptido, del ARNm y del ribosoma en un "sitio de salida".

Seguidamente, el ribosoma modifica su posición a lo largo del ARN mensajero, de modo que el siguiente codón puede ser leído por un nuevo complejo ARNt aminoácido que se colocará en el lugar que ha quedado libre.

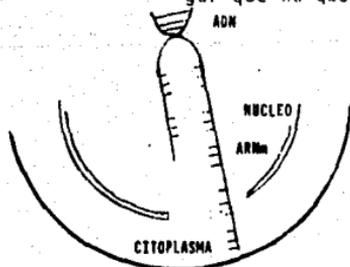
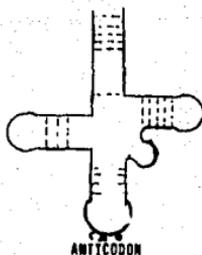


FIG. No. 12



Los codones sin sentido UAA, UAG y UGA no codifican ningún aminoácido por lo que se supone - que terminan la síntesis proteínica (como se de mostró por los trabajos de ALAN GAREN y SIDNEY BRENNER).

La secuencia de bases de los ARN mensajeros comienza con los tripletes AUG o GUG, los únicos que pueden formar complejo con los ribosomas y con el primer ARN de transferencia que es siempre el que transporta la N. formilmethionina primer aminoácido de la cadena polipeptídica en - crecimiento.

Como consecuencia todas las cadenas de proteína recién sintetizadas comienzan con el aminoácido formilmethionina.

5.3 MECANISMOS DE LA HERENCIA

5.3.1 HERENCIA MENDELIANA.

A Gregorio J. Mendel (1822 - 1884) se le considera "Padre de la Genética" debido a los experimentos que realizó con el guisante o chícharo - (*Pisum sativum*) y a las conclusiones obtenidas que constituyen los fundamentos de la Genética Moderna.

Si bien, ya en su época se hacían experimentos sobre la herencia similares a los de Mendel, - los datos que obtenían no permitían conjuntar - una Teoría que hiciera coherentes a todas las observaciones. El éxito de Mendel se debió a - varias causas, algunas son:

- a) La selección del Material (la estructura anatómica de la planta; cultivo sencillo y tiempo de generación corto).
- b) Registro de los caracteres en cada generación (anteriormente se consideraban los caracteres de varias generaciones).
- c) La selección de caracteres sencillos (que fueran fáciles de identificar: semillas lisas o rugosas, de tallo corto o largo, etc. además, tuvo el cuidado de atender solo a cada carácter y no a los organismos.
- d) El empleo de las matemáticas que le permitió a Mendel completar una teoría que permitía explicar y prever los resultados.

El producto de sus experiencias en ocho años de trabajo y después de realizar millares de fecundaciones artificiales los expone en 1865 ante la Sociedad de Historia Natural de Brunn en una memoria titulada: "Investigaciones de Hibridación en Plantas". Este trabajo que consta apenas de unas cincuenta páginas revela unos principios a los que Mendel llevó por la vía experimental de los cruzamientos del guisante cuando se desconocían todavía los cambios que sufren - las células (Mitosis y Meiosis). Los cromosomas, gametos y genes.

Los caracteres con los que Mendel realizó sus observaciones y experimentos son siete pares:

1. FORMA DE LA SEMILLA (LISA O RUGOSA)

2. COLOR DE LA SEMILLA (AMARILLA O VERDE)
3. COLOR DE LA TESTA (COLOREADA O BLANCA)
4. FORMA DE LA VAINA (INFLADA O CONSTREÑIDA)
5. COLOR DE LA VAINA (VERDE O AMARILLA)
6. POSICION DE LAS FLORES (AXILAR O TERMINAL)
7. LONGITUD DEL TALLO (LARGO O CORTO)

Al observar que había algunas plantas que tenían la forma de la semilla lisa y otras contrastaban con la forma de semillas rugosa (seguramente líneas puras ya que el chícharo tiende a la autofecundación normalmente) decidió polinizar una planta de semilla lisa con el polen de otra semilla rugosa encontró que toda la descendencia era de semilla lisa. Igual resultado obtuvo al polinizar la planta de semilla rugosa con polen de la planta de semilla lisa. Lo mismo hizo para determinar los demás caracteres y los resultados fueron semejantes. A las variedades puras que utilizó en el cruzamiento se les considera como progenitoras (p) y a la descendencia directa se le llama primera generación filial (f). Estos fueron los resultados.

PROGENITORES	F ₁ (PRIMERA GENERACION FINAL)
SEMILLAS LISAS X RUGOSAS	TODAS LISAS (100%)
SEMILLAS AMARILLAS X VERDES	TODAS AMARILLAS (100%)
TESTAS COLOREADAS X BLANCAS	TODAS COLOREADAS (100%)
VAINAS INFLADAS X CONSTREÑIDAS	TODAS INFLADAS (100%)
VAINAS VERDES X AMARILLAS	TODAS VERDES (100%)
FLORES AXILARES X TERMINALES	TODAS AXILARES (100%)
TALLO LARGO X CORTO	TODOS LARGOS (100%)

Si Mendel hubiera realizado solamente estas observaciones, las conclusiones a las que habría llegado no le hubieran permitido seguramente - construir un modelo que le permitiese comprender la mecánica de la herencia. Así pues, el siguiente paso definitivo que dió Mendel fué el de permitir que las plantas de la F_1 (primera - generación Filial) se autofecundarán y a la generación resultante le llamó F_2 (segunda generación Filial) encontrando lo siguiente:

AUOTECUNDACION F_1	PLANTAS	PROPORCION F_2 REAL	PROPORCION APROXIMADA
LISA X LISA	5475 LISAS 1859 RUGOSAS 7333 TOTALES	2.96:1	3:1
AMARILLAS X AMARILLA	6022 AMARILLA 2001 VERDES 8023 TOTALES	3.01:1	3:1
COLOREADA X COLOREADA	705 COLOREADAS 224 BLANCAS 929 TOTALES	3.15:1	3:1
INFLADA X INFLADA	882 INFLADAS 299 CONSTRERIDAS 1181 TOTALES	2.95:1	3:1

Al realizar sus resultados logró establecer ciertos - principios que se repetían en todas las cruza (algunos de estos principios ciertos autores - los presentan como Leyes):

1. Cada caracter viene dado por un par de factores (alelos) Ej. semillas lisa y rúgosa, vaina amarilla y verde.

2. En los caracteres contrastantes (amarillo o verde, liso o rugoso, largo o corto, etc). Uno inhibe al otro cuando se unen (dominante es el caracter que se expresa y recesivo el que permanece latente).
3. Los individuos guardan una constitución hereditaria (genotipo) y la expresión visible de los caracteres es el fenotipo.
4. En la segunda generación filial 3/4 partes - corresponden al caracter dominante y 1/4 al caracter recesivo.

5.3.1.1 EL MODELO MENDELIANO:

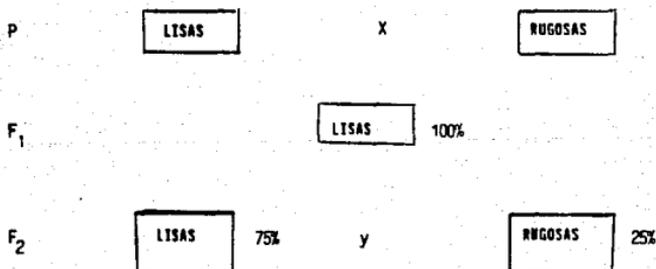
SÍMBOLOS:

P = PROGENITORES
 G = GAMETOS
 F₁ = PRIMERA GENERACION FILIAL
 F₂ = SEGUNDA GENERACION FILIAL

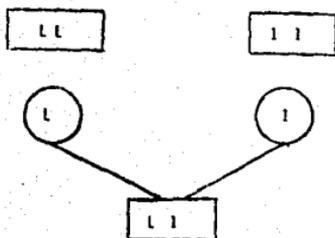
1.A. CRUZAMIENTO MONOIBRIDO

El caracter dominante se expresa con mayúsculas y el recesivo con minúsculas (ambas con la misma letra).

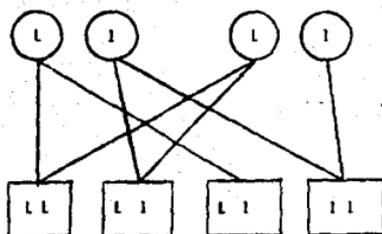
Sintetizando un ejemplo de los trabajos de Mendel en los fenotipos observados.



Asignando los genotipos a los fenotipos correspondientes y decifrando el modelo.



- Cada carácter viene dado por un par de alelos.
- En cada individuo, el par es Homocigoto en forma arbitraria se eligió la letra "e".
- El polen y el ovario de cada planta aportan la mitad de la información genética en cada uno de los gametos.
- La primera generación resulta de la combinación de los caracteres constituyendo un monohíbrido que va a autofecundarse.



- Cada gameto de cada progenitor porta la mitad de la información.
- Hay una mezcla al azar entre los dos factores la proporción fenotípica es de 3:1 o 3 lisas: 1 rugosa. La proporción genotípica es 1:2:1 o 1 LL; 1 Ll; 1 ll.

5.3.1.2 EL MODELO MENDELIANO: 1.6 CRUZAMIENTO DIHÍBRIDO: "LA SEGREGACIÓN Y RECOMBINACIÓN INDEPENDIENTE".

Se cuenta una anécdota acerca del famoso dramaturgo inglés George Bernard Shaw, que

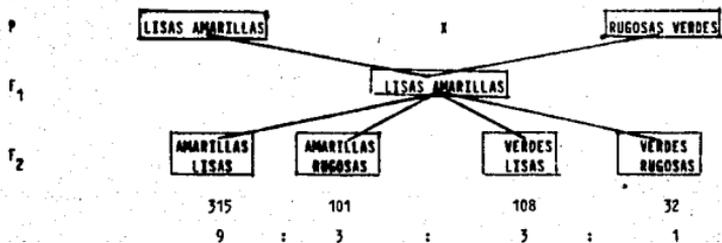
a su brillante ingenio e inteligencia se oponían su corta estatura y rasgos poco agraciados, mientras que otra famosa artista contemporánea se le atribuía una gran hermosura que contrastaba con escasa inteligencia.

Un amigo del dramaturgo le hizo ver la posibilidad de tener hijos con la famosa artista y que estos obtendrían la belleza de la madre y la inteligencia del padre, a lo que Bernard Shaw inmediatamente contestó considerando la otra posibilidad: ¿Que tal si sacaran la inteligencia de la madre y la belleza del padre?.

La anécdota ilustra uno de los principios más importantes de la genética: "La segregación independiente de las características hereditarias" aunque el fenómeno de la herencia de la belleza y de la inteligencia sean más complejos que en el ejemplo anterior permite comprender que la belleza es un carácter que se hereda independientemente de la inteligencia y viceversa. Los genes son mezclados en la Meiosis de tal forma que en un niño se expresan algunos de los caracteres que se encuentran en solo uno de los progenitores. Es en esta forma como se producen nuevas combinaciones de características en la descendencia. Mendel comprendió que se efectuaba esa distribución y efectuó cruzamientos de chícharo para demostrarlo.

Un ejemplo de los trabajos de Mendel para -

dos pares de caracteres de plantas quedaban semillas lisas y de color amarillo con plantas de semillas rugosas y de color verde.



PROPORCION FENOTIPICA APROXIMADA

En seguida se ilustra la cruce de dos pares de caracteres. La descendencia en la F₂ se presenta en un cuadro de Punnett.



POLINIZACION CRUZADA

**AUTO POLI-
NIZACION.**

AL	AA LL AMARILLAS LISAS	AA LL AMARILLAS LISAS	Aa LL AMARILLAS LISAS	Aa LL AMARILLAS LISAS	FENOTIPO DE LA GE- NERACION F ₂ .
Az	AA LL AMARILLAS LISAS	AA LL AMARILLAS RUGOSAS	Aa LL AMARILLAS LISAS	Aa LL AMARILLAS RUGOSAS	9/16 AMARILLA LISA (315)
al	Aa LL AMARILLAS LISAS	Aa LL AMARILLAS LISAS	aa LL AMARILLAS LISA	aa LL AMARILLAS LISA	3/16 VERDE LISA (108) 3/16 AMARILLA ARRUGADO (210)
az	Aa LL AMARILLA LISA	Aa LL AMARILLA RUGOSA	aa LL VERDE LISA	aa LL VERDE RUGOSA	1/16 VERDE ARRUGADO (32)

Los resultados mostraron a Mendel que había una recombinación de los factores implicados y de acuerdo con ello formuló el "Principio de la segregación Independiente de Los Caracteres". Cada gen se comportó exactamente como en un cruzamiento monohíbrido. Aproximadamente 3/4 partes de la descendencia tuvieron plantas de semillas amarillas y 1/4 verdes (416 : 140) y lo mismo se aplica al carácter lisas y rugosas (423 : 133). En consecuencia estamos considerando 2 cruzamientos monohíbridos al mismo tiempo.

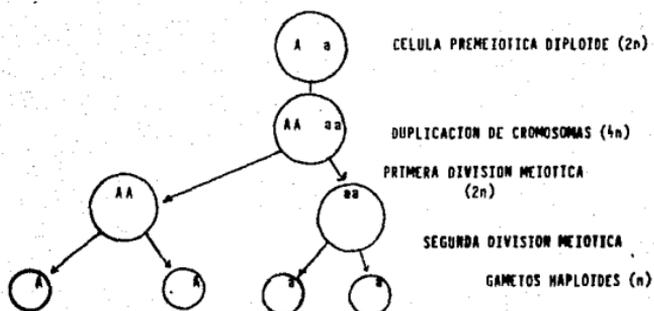
Hay 16 formas de combinar los 4 gametos masculinos diferentes producidos en la Planta F₁ con los cuatro tipos diferentes de gametos femeninos también originados en la Planta F₁. En esos gametos se observa como un par de alelos no solo "segregan independientemente" sino también se "recombinan" o "distribuyen independientemente". La segregación independiente de los caracteres ha sido re-

conocida como la primera ley de Mendel y la recombinación o distribución independiente de los caracteres. como la segunda. Si bien, explícitamente Mendel no enunció Ley alguna, estas "Leyes" o principios, son los fundamentos que constituyen al modelo de la mecánica de la herencia que permite comprender y prever el comportamiento del fenómeno de la herencia.

5.3.1.3 OBTENCION DE GAMETOS Y DISTRIBUCION DE GENES.

Los gametos, vehículos portadores de los genes realizan la distribución de estos mediante la Meiosis. Las células premeióticas - tienen dos cromosomas de cada clase, llamados cromosomas homólogos. En cada uno de estos cromosomas hay un gene o alelo para cada caracter ocupando el mismo locus en los cromosomas homólogos.

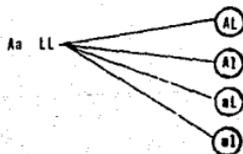
En el siguiente diagrama se ejemplifica la distribución de los genes en un heterocigoto.



Como se aprecia en el ejemplo anterior, un par de genes diferentes (heterocigoto) se distribuyen en dos tipos de gametos distintos:

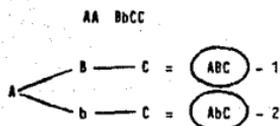


En los experimentos de Mendel un dihíbrido (dos pares heterocigotos) produjo 4 tipos de gametos diferentes.

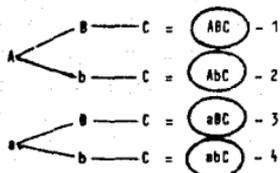


Cada gameto lleva solo la mitad de la información, esto es un gene de cada par que se combina con cada uno de los miembros de los demás pares. Una forma de establecer las combinaciones es dicotomizando a cada par heterocigoto. A partir de cada par heterocigoto se producen dos nuevas combinaciones. Veamos unos ejemplos.

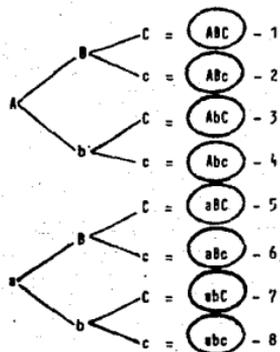
5.3.1.4 METODO DICOTOMICO PARA UN PAR HETEROCIGOTO (MONOIBRIDO)



Aa Bb CC PARA DOS PARES HETEROCIGOTOS (DIHIBRIDO)



Aa Bb Cc PARA TRES PARES HETEROCIGOTOS (TRIHIBRIDO)



5.3.1.5 METODO NUMERICO.

Para obtención de gametos diferentes, seguramente habrá notado que el número de gametos desiguales que resulta depende del número de pares heterocigóticos. Esta relación se expresa como:

2^n = Número de gametos diferentes, donde "n" significa el número de pares heterocigotos.

Ej. Para un par Heterocigoto:

$$2^1 = 2 \text{ gametos diferentes.}$$

Ej. Para dos pares Heterocigotos:

$$2^2 = 4 \text{ gametos diferentes.}$$

Ej. Para tres pares Heterocigotos:

$$2^3 = 8 \text{ gametos diferentes.}$$

5.3.2 HERENCIA MENDELIANA EN HUMANOS.

Redescubiertos los trabajos de Mendel se pensó en un momento que los principios Mendelianos se aplicaban solo a caracteres superficiales o de ornamentación. Pero el descubrimiento de los factores letales (por Cuenot, 1905) muestra que los factores Mendelianos pueden jugar un papel fisiológico esencial; Garrod - en 1909 constata que una perturbación del metabolismo, determina el ennegrecimiento de la orina (alcaptonuria), característica que se transmite del modo Me

deliano, mientras que Von Dungern y Hirzfeld, hacen ver que la herencia de los grupos sanguíneos obedece a las leyes de Mendel.

Actualmente se conocen varias características hereditarias en humanos que siguen el patrón Mendeliano - simple, enseguida se muestran algunas:

RECESIVO	DOMINANTE
NORMAL	SIN DIENTES INCISIVOS
NORMAL	SIN RAIZ DENTAL
NORMAL	DIENTES PARDOS BLANDOS
CABELLO ROJO	CABELLO OSCURO
CABELLO LACTIO	CABELLO RIZADO
CABELLO CLARO	CABELLO OSCURO
COPETE BLANCO	NORMAL
NORMAL	ENCANECIMIENTO PREMATUREO
CRECIMIENTO DEL CABELLO EN "LINEA CONTINUA"	CRECIMIENTO DEL CABELLO EN "PICO"
OJOS CLAROS	OJOS OSCUROS
OJOS PEQUEÑOS	OJOS GRANDES
NORMAL	CATARATA CONGENITA
CEGUERA NOCTURNA	NORMAL
MIOPIA EXTREMA	NORMAL
NORMAL	GLAUCOMA
NORMAL	SIN IRIS
PESTAÑAS CORTAS	PESTAÑAS LARGAS
OREJAS PEQUEÑAS	OREJAS GRANDES
SORDERA	AUDICION NORMAL
LOBULO DE LA OREJA UNIDO	LOBULO DE LA OREJA SEPARADO
ALBINISMO	NORMAL
PIGMENTACION NORMAL	PECOSO, DISTRIBUCION IRREGULAR - DE LA MELANINA

5.3.2.1 HERENCIA HUMANA PARA UN PAR DE CARACTERES.

Ejemplo: (1): Se cruza un individuo de lóbulo de oreja separado con genotipo (ll) con un individuo de lóbulo unido (Ll) ¿Qué probabilidad tienen los hijos de tener el lóbulo de la oreja separado?.

P	ll	x	Ll		
g	L-l		l-l		
	L		l		
r	1 ll		1 Ll	PROPORCIÓN	GENOTÍPICA
	1 Ll		1 ll	1 (ll)	1 (Ll)

Proporción fenotípica en la F₁.

1. Lóbulo separado: 1 Lóbulo unido.

La respuesta se interpreta: cada hijo que nace tiene 50% de probabilidad de tener lóbulo separado.

Ejemplo (2): Una persona de pigmentación normal cuyo padre era albino, se cruza con otra persona de pigmentación normal cuya madre era albina, ¿que probabilidad tienen los hijos de ser albinos?.

Se sabe que el albinismo se expresa solo en condición homocigótica recesiva "rr", así que cada uno de los miembros de la pareja lleva al menos un alelo "r" si son de pigmentación normal, su genotipo debe ser "Rr"

P	Rr	x	Rr
g	R r		R r

F ₁	R	RR	Rr
	r	Rr	rr

Cada hijo que nace tiene 25% de probabilidad de ser albino.

5.3.2.2 HERENCIA HUMANA PARA DOS PARES DE CARACTERES.

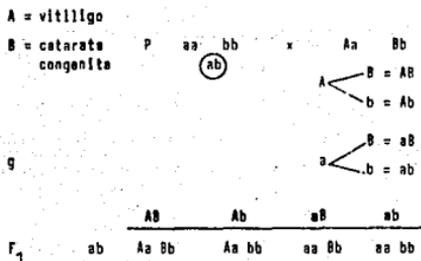
Ejemplo (1) Se cruza un enano acondroplásico (Ee) y de visión normal (Mn) con una mujer de estatura normal (ee) y de visión normal (Nn). ¿Que probabilidad tienen los hijos de ser de estatura normal con visión normal?.

P	Ee	Nn	x	ee	Nn
g	E	N = \textcircled{EN}		e	N = \textcircled{eN}
	n	= \textcircled{En}		n	= \textcircled{en}
	e	N = \textcircled{eN}			
	n	= \textcircled{en}			

	EN	En	eN	en	Proporción fenotípica F ₁
F ₁ eN	EeNN ¹	EeNn ²	eeNN ³	eeNn ⁴	3 Enanismo con visión normal (1,2,5) 1 Enanismo con miopía extrema (6) 3 Estatus normal, visión normal (3,4,7). 1 Estatura normal miopía extrema (8) 8 Total
en	EeNn ⁵	Eenn ⁶	eeNn ⁷	eenN ⁸	

La probabilidad que sean de estatura normal y de visión normal es de $3/8$, que es igual al 37.5%.

Ejemplo (2) En el hombre un gene dominante ocasiona vitiligo, una condición en la cual aparecen en la piel manchas no pigmentadas. Un hombre con vitiligo (como su madre) y con catarata congénita (como su padre) se casa con una mujer normal ¿Cómo serán los fenotipos y genotipos de los hijos?.



PROPORCIÓN FENOTÍPICA F₁

1 vitiligo, catarata congénita 25%

1 vitiligo, ojos normales 25%

1 pigmentación normal, catarata congénita 25%

1 pigmentación normal, ojos normales

PROPORCIÓN GENOTÍPICA F₁

1 Aa Bb

1 Aa bb

1 aa Bb

1 aa bb

5.3.2.3 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: LABORATORIO.

1. Determinación de rasgos dominantes y recesivos en el hombre. Fenotipos y genotipos.

A. Identificación de PTC (fenil-tiocarbamida).

Es una característica hereditaria determinada por un gene dominante (V).

Impregne papel filtro en la substancia y si distingue un sabor amargo entonces es un buen catador que posee al menos un gene dominante que le permite gustar la sustancia.

Anote sus resultados en una tabla.

B. Enrollamiento de la lengua.

Algunas personas tienen la facultad de enrollar la lengua en forma de "U" cuando la sacan de la boca (Fig. 14) esta aptitud es causada por un gene (E).

Con la ayuda de un compañero, o de un espejo, determine sus características y anótele en la tabla.

C. Posición del lóbulo de la oreja.

El que los lóbulos de las orejas estén unidos o separados, directamente a la cabeza, es una característica hereditaria. El lóbulo adherido implica la condición

homocigota (11). (Fig. 14).

Observe sus rasgos de los lóbulos de la oreja y anótelos en la tabla.

D. Separación del pulgar.

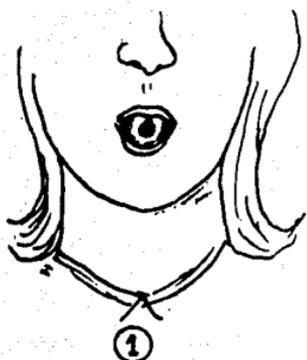
Algunas personas pueden separar el dedo pulgar hasta formar un ángulo de aproximadamente 90° , el no poder separar el dedo en un ángulo mayor de 45° (Fig. 14) implica a un gene dominante (D). Determine si posee esta cualidad y anótelos en la tabla.

E. Implantación del pelo.

Las personas que tienen la implantación del pelo donde sigue un patrón que baja hasta un punto definido en la mitad de la frente, se le conoce como "pico de viuda", éste rasgo resulta de la acción de un gene dominante (V), el gene recesivo (v) determina la característica de una línea continua en el pelo (Fig. 14). Determine sus características y anótelas en la tabla.

ALGUNOS RASGOS HUMANOS

1. Lengua enrollada
2. Lóbulo separado
3. Lóbulo unido
4. Pico de viuda
5. Línea continua de pelo



6. Pulgar separado 45°

7. Pulgar separado 90°



TABLA: DATOS PERSONALES

CARACTERISTICAS

MI FENOTIPO

GENOTIPOS POSIBLES

CARACTERISTICAS	MI FENOTIPO	GENOTIPOS POSIBLES
CATADOR DE PTC		
NO CATADOR DE PTC		
LENGUA ENROLLADA		
LENGUA NO ENROLLADA		
LOBULOS SEPARADOS		
LOBULOS UNIDOS		
PULGAR SEPARADO 90°		
PULGAR SEPARADO 45°		
PICO DE VIUDA		
LINEA CONTINUA DE PELO		

5.3.2.4 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:LABORATORIO.

Observación de mitosis en células vegetales.

- A. Ponga a germinar semillas de una o varias plantas (haba, frijol, maíz, trigo, tabaco, etc) entre dos capas de algodón húmedo (con agua de la llave).
- B. Después que la radícula aparece (cinco días en el caso del haba) haga cortes de 2 mm. de longitud de las porciones aplicables y colóquelos en un portaobjetos excavado con una gota de ácido clorhídrico (IN) durante 8 minutos.
- C. Absorba el exceso de ácido con una toalla de papel y añada una solución de acetorfeína durante 18 minutos. Esto puede acelerarse calentando sin hervir. Con algunas pruebas podrá determinar el tiempo óptimo.
- D. Pase cada una de las puntas de raíz a un portaobjetos plano y agregue dos gotas de ácido acético al 45%.
- E. Coloque un cubreobjetos sobre la preparación y ejerza presión sobre ella con la goma de borrar de un lápiz evitando mover el cubreobjetos.
- F. Selle la preparación cubriendo los bordes del cubreobjetos con parafina caliente.

te.

6. Observe las preparaciones con el objetivo a inmersión del microscopio y distinga diferentes fases mitóticas.

5.3.2.5 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: CUESTIONARIO.

1. Revise el significado de los siguientes términos: Genética, gene, chromosoma, chromátida, genotipo, fenotipo, haploide, diploide, probabilidad, alelo, homocigoto, heterocigoto, locus, loci, carácter dominante y carácter recesivo, línea pura, autosomas, heterosomas, autofecundación, cruza regresiva.
2. Responda el siguiente cuestionario:
 1. Señale tres características importantes por las que Mendel tuvo éxito en sus trabajos.
 2. ¿Cuántos factores (genes) supone Mendel que determinan la herencia de un carácter?.
 3. ¿Cómo se representan los caracteres dominantes y recesivo?.
 4. ¿Porqué en la F₂ todos los fenotipos son iguales en los trabajos de Mendel?.

5. ¿Porqué en el chícharo es poco factible el cruzamiento natural entre diferentes variedades?.
 6. ¿En que etapa de la Mecánica de la Herencia tienen lugar la segregación y recombinación independiente de los caracteres? Explique.
 7. ¿Si los alelos de un gene se encuentran en el mismo cromosoma, como se afectaría al modelo de la herencia? - Explique.
 8. ¿Porqué Mendel no habría tenido éxito posiblemente en sus estudios de la mecánica de la herencia, si hubiera trabajado con organismos de reproducción asexual?.
 9. ¿Si se analiza aisladamente a cada familia seguramente encontrará que las proporciones fenotípicas no corresponden a la Mendeliana, por qué?.
 10. ¿Porque Mendel en sus trabajos no emplea los términos: gametos, meiosis, genes, etc.?.
3. Realice los siguientes ejercicios:
1. Considerando que cada uno de los progenitores representa a una línea pura, realice las siguientes cruza y obtenga la F_2 con sus proporciones fenotípicas y genotípicas.

- a) Plantas con testa coloradas y blancas. $\boxed{BB} \times \boxed{bb}$
- b) Plantas con vainas infladas y constreñidas. $\boxed{II} \times \boxed{ii}$
- c) Plantas con flores axilares y terminales. $\boxed{TT} \times \boxed{tt}$
- d) Plantas con tallo largo y corto. $\boxed{LL} \times \boxed{ll}$

2. De las siguientes cruzas obtener las proporciones fenotípicas y genotípicas de la F_1 .

- a) Plantas con testas coloradas y blancas. $\boxed{Bb} \times \boxed{bb}$
- b) Plantas con flores axilares y terminales. $\boxed{Tt} \times \boxed{tt}$

3. Por el METODO NUMERICO determine el número de pares heterocigotos y el número de gametos diferentes en cada uno de los siguientes genotipos:

GENOTIPOS	NUMERO DE PARES HETEROCIGOTOS	NUMERO DE GAMETOS DIFERENTES
a) VV XH ZZ DD	_____	_____
b) VV Xx ZZ DD	_____	_____
c) VV Xx Zz DD	_____	_____
d) Vy Xx Zz Dd	_____	_____
e) Vy Xx Zz Dd	_____	_____

4. POR EL METODO DICOTOMICO determine - los gametos diferentes que se obtienen a partir de los siguientes genotipos:

- a) $Vy \quad XX \quad ZZ \quad Dd$
- b) $Vy \quad XX \quad ZZ \quad Dd$
- c) $Vy \quad Xx \quad ZZ \quad Dd$
- d) $Vx \quad Xx \quad Zz \quad Dd$

5. Realice las siguientes cruzas, indicando las proporciones fenotípicas y genotípicas de la F_1 .

- a) Planta con flores axilares Tt y el tallo largo Ll que se cruzan con plantas de flores terminales tt y de tallo largo Ll .

P $tt \quad Ll \quad \times \quad tt \quad Ll$
 g
 F_1

- b) En el casamiento de una mujer de - cabello oscuro (Oo) y ojos azules (dd), determine las proporciones - fenotípicas y genotípicas de la - descendencia si se cruza con un individuo de cabello oscuro (Oo) y - ojos oscuros (Dd).

P $Oo \quad dd \quad \times \quad Oo \quad Dd$
 g $\text{Proporción Genotípica } F_1$
 F_1 $\text{Proporción Fenotípica } F_1$

c.) Un hombre de pigmentación normal, cuya madre fué albina, y que tiene el lóbulo separado, se casa con una mujer de pigmentación normal, cuyo padre fué albino, y que tienen lóbulo separado, ¿cuál es el fenotipo y genotipo probable en la descendencia si los progenitores tienen

P Aa Ll x Aa Ll

A = pigmentación normal

a = albinismo

L = lóbulo separado

e = lóbulo unido

5.3.2.6 AUTOEVALUACION.

1. Relacione las siguientes columnas colocando en el paréntesis que corresponda a la opción correcta.

- | | |
|---|------------------|
| () Condición de un par de genes iguales. | 1. Locus |
| () Expresión visible de los caracteres. | 2. Haploide |
| () Diversas alternativas de un gene. | 3. Diploide |
| () El lugar que ocupa un gene en el cromosoma. | 4. Dominante |
| () Par de alelos contrastantes. | 5. Recesivo |
| () Célula que posee la mitad de los cromosomas. | 6. Homocigoto |
| () Gene que inhibe la acción del otro | 7. Fenotipo |
| () La información genética de un individuo. | 8. Genotipo |
| () Célula que posee el doble número de cromosomas. | 9. Alelo |
| () Gene que se expresa únicamente cuando los dos alelos son iguales. | 10. Heterocigoto |

11. Indique en el paréntesis la respuesta correcta.

1. El número de gametos distintos que se producen a partir de un trihíbrido.

a (2) b (4) c (6) d (8) e (12). ()

2. Si en un cruzamiento la mitad de la descendencia tiene plantas con semilla lisa y la otra mitad semilla rugosa, ¿Cuál es el genotipo de los progenitores?.

a (aa x aa), b (Aa x aa), c (Aa x Aa), d (AA x AA), e (aa x aa). ()

3. En una familia hay 6 hijos de ojos oscuros y dos de ojos claros, ¿Cuál es el genotipo mas probable de los progenitores?.

A (Oo x oo), b (Oo x Oo), c (Oo x Oo), d (OO x OO), e (oo x oo). ()

4. La capacidad de percibir el sabor de la feniltiocarbamida (PTC) esta dada por un gene dominante. Dos progenitores que poseen esta capacidad tienen un hijo que no percibe el sabor de dicha substancia. ¿Cuál es el genotipo mas probable de los progenitores?.

a (Vv xvv), b (Vv x vv), c (Vv x Vv), d (VV x VV), e (vv x vv). ()

5. Algunas personas tienen un "copete blanco" que viene determinado en la herencia por genes recesivos "b".- Si en una familia de 9 hijos hay 4 copetes normal y 5 copetes blanco ¿Cuál es el genotipo de los progenitores.

a (BB x BB), b (BB x Bb), c (Bb x Bb), d (Bb x bb), e (bb x bb). ()

6. Cuando hay dos pares de gene homocigotos, dominantes

en un progenitor, y recesivos en otro, la descendencia presentará un fenotipo:

- a (la mitad como un progenitor)
- b (todos iguales a uno de los progenitores)
- c (no se parece a ninguno)
- d (3/4 partes como un progenitor y 1/4 del otro). ()

7. El color negro del pelaje de los perros cocker - spaniel está determinado por el alelo dominante N el pelaje rojo por un alelo recesivo n; el color uniforme por el alelo dominante de un locus distribuido independientemente V; y el color manchado por su alelo recesivo v. Si se cruza un macho negro (NN) uniforme (VV) con una hembra roja (nn) manchada de blanco (vv) ¿Cuál es la proporción fenotípica esperada?.

- a (todos negros uniformes)
- b (todos rojos uniformes)
- c (todos negros manchados).
- d (todos rojos manchados). ()

8. Con el ejemplo anterior ¿Cuales son los progenitores si en la descendencia la mitad son de color negro uniforme y la otra mitad rojo uniforme?.

- a (Nn Vv x Nn Vv)
- b (NN Vv x Nn VV)
- c (Nn VV x Nn VV)
- d (Nn VV x nn VV)
- e (Nn vv X NN Vv) ()

9. La idiocia amaurótica infantil (enfermedad de Tay-Sachs) es una enfermedad hereditaria recesiva que causa la muerte entre los 3 y 4 años de vida, cuando los genes están en condición homocigota (ii). - El albinismo se expresa también en condición homocigota (aa). Si dos progenitores sanos y de pigmen

tación normal tienen un hijo albino y con enfermedad de Tay-Sachs ¿Cuál es el genotipo probable de los progenitores?.

a (II Aa x II AA), b (II Aa x II aa), c (II AA x II AA),
d (II Aa x II Aa), e (II AA x II Aa). ()

10. Con el ejemplo anterior determine los genotipos y fenotipos posibles de los progenitores que señaló como respuesta. ()

5.3.3 HERENCIA INTERMEDIA O DOMINANCIA INCOMPLETA.

Después del descubrimiento de los trabajos de Mendel se pensó que estos eran demasiado simples y hubo de hacerse nuevas interpretaciones. Tal es el caso de la herencia intermedia o dominancia incompleta. En este tipo de herencia los genes alelomórficos no implican una relación, como en los chícharos, de dominancia y recesividad.

Ejemplo (1). *Mirabilis jalapa* (o don diego de noche, o maravilla), la herencia del color de las flores sigue un patrón distinto. Si cruzamos plantas con flores rojas con otras de flores blancas, las plantas F_1 tendrán flores rosadas. Si se entrecruzan dos de estas plantas obtendremos individuos con flores rojas (1/4); flores rosadas (1/2) y flores blancas (1/4). De estos resultados es evidente que las plantas heterocigóticas muestran la expresión parcial de ambos alelos. En este tipo de herencia los dos genes

actúan, uno no inhibe la expresión o acción del otro.

Cabe resaltar los principios mendelianos - que explican este tipo de herencia:

- 1) La segregación que describe la separación de los alelos en forma de gametos puros.
- 2) La recombinación independientes de diferentes pares de alelos.

Actualmente se conocen varios caracteres en plantas y animales que siguen este tipo de herencia. Algunos de estos son:

CARACTER INTERMEDIO

Ganado Sherton de Pelaje rojo	Ruano	Blanco
Gallinas raza menorca color - negro	Azul (andaluz)	Blanca con pintas negras.
En <i>Antirrhinum</i> las hojas anchas.	Intermedias	Angostas
En <i>Antirrhinum</i> las flores rosas.	Rosadas	Anchas
Conejo con orejas colgantes.	Una oreja casi por completo - colgante y otra casi derecha.	Orejas largas y derechas.
Color rojo de rábano	Morado	Blanco
Forma de rábanos larga	Oval	Redonda
Caballos de color castaño - (rojizo)	Palomino (el - de color dorado con crin y cola mas pálida).	Cremello (Casi blanco).
Anemia o talasemia severa o mayor o de Cooley (en el hombre).	Talasemia menor	Normal.

Como en este tipo de herencia no hay dominancia y recesividad los símbolos para representar no pueden ser también mayúscula y minúscula. Para la herencia intermedia se utiliza una mayúscula básica para ambos y se añade un índice en la parte superior para distinguirlas o alguna letra.

Ejemplo (1). Para representar el símbolo del color en el ganado Shortorn se emplea la mayúscula C, si es de color rojo se coloca encima la "R" quedando como C^R y si es blanco C^B . De tal forma que el ruano o híbrido será $C^R C^B$.

5.3.3.1 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:

RESPONDE EL SIGUIENTE CUESTIONARIO.

1. ¿Porque la herencia intermedia responde a los principios Mendelianos?
2. Señala 3 diferencia entre la Herencia Mendeliana e Intermedia.
3. En el cuadro correspondiente completa el genotipo que falta.

CABALLOS DE COLOR $C^R C^R$ CASTAÑO ROJIZO.	PALOMINO	CREMELLO $C^B C^B$
FORMA DE LOS RABANOS LARGA	OVAL $F^R F^L$	REDONDA $F^R F^R$

4. Indica el genotipo para cada uno de los caracteres que se ejemplifican como herencia intermedia.
5. Obtenga los gametos diferentes de:
 - a) $C^R C^R$
 - b) $C^R C^R \quad F^R F^R$
 - c) $C^R C^R \quad F^R F^R$
 - d) $C^B C^R \quad F^R F^L$
6. Revisa la proporción fenotípica y genotípica en la F_1 y observa en que es semejante y diferente la herencia Mendeliana de la herencia intermedia.
7. Si ya determinaste el genotipo que se solicita en la pregunta 4, realiza un entrecruzamiento o autofecundación para determinar los fenotipos y genotipos de la F_2 .
8. Determina los fenotipos y genotipos que resultan de la autofecundación de plantas de rábano ovals y de color morado.
9. Determina los fenotipos y genotipos que resultan de autofecundación de plantas (*Anthirium*) de hojas intermedias y flores rosadas.
10. Observa y determina las diferencias y semejanzas en las proporciones fenotípicas y genotípicas de la F_2 en la herencia Mendeliana e Intermedia.

5.3.3.2 AUTOEVALUACION.

Indica en el paréntesis la opción correcta:

1. Cual de las siguientes aseveraciones es verdadera.

- a) En la herencia Mendeliana e Intermedia actúan un par de alelos.
- b) El fenotipo de la F_1 de la herencia Intermedia es igual en la Mendeliana.
- c) La proporción fenotípica de la F_2 en la herencia Mendeliana es igual que en la Intermedia.
- d) En la herencia Intermedia como en la Mendeliana los genotipos diferentes implican fenotipos diferentes.
- e) La herencia Intermedia implica dos alelos en el mismo locus del mismo cromosoma.

2. Si quisiera dedicarse a criar caballos palominos, - cual es la cruce que tendría que realizar para obtener esos caballos. ()

- a) Rojos x Rojos
- b) Blancos x Blancos
- c) Palomino x Palomino
- d) Rojos x Blancos
- e) Rojos x Palominos

3. Si en una cruce de gallinas de la raza menorca se obtienen 3 pollos blancos, 7 azules y dos negros. - ¿Cuál es el genotipo más probable de los progenitores? ()

- a) $C^B C^B \times C^N C^N$
- b) $C^B C^B \times C^B C^B$
- c) $C^N C^N \times C^N C^N$
- d) $C^N C^B \times C^N C^B$
- e) $C^N C^B \times C^B C^B$

4. En la planta *Mirabilis jalapa* en la descendencia se obtuvieron la mitad de las flores rojas y la mitad de las flores rosadas. ¿Cuál es el fenotipo más probable de los progenitores. ()
- Flores rosadas x Flores rosadas
 - Flores blancas x Flores rosadas
 - Flores rosas x Flores rosadas
 - Flores rosas x Flores rosas
5. Se casan dos individuos con talasemia menor ($T^M T^N$). Si con la talasemia mayor ($T^M T^M$) mueren antes de alcanzar la madurez sexual, que proporción de sus hijos alcanzarán la edad adulta. ()
- Ninguno
 - 25%
 - 50%
 - 75%
 - 100%
6. Si dos capas de rábanos se cruzan y producen una progenie de 48 blancos largos, 93 morados ovales, 48 blancos ovales, 45 rojos blancos, 51 rojos ovales y 96 morados largos ¿Cuáles serán los fenotipos de los progenitores?. ()
- largo morado x oval morado
 - largo rojo x oval rojo
 - largo blanco x oval blanco
 - largo morado x largo morado
 - largo rojo x largo rojo
7. Como en el problema anterior, si en la descendencia hay 23 blancos largos, 25 morados redondos, - ¿Cuál es el fenotipo de los progenitores?. ()

- a) Blancos redondos x morados ovales
- b) Morados redondos x morados ovales
- c) Rojos redondos x morados ovales
- d) Blancos ovales x morados ovales
- e) Blancos largos x morados ovales

8. La telangiectasia múltiple es un carácter humano que se manifiesta por el ensanchamiento de pequeños vasos sanguíneos en la nariz, la lengua, los labios, la cara y los dedos. Esta es la forma menor de la afección que se expresa cuando una persona es heterocigota para cierto gene. Una persona homocigota para dicho gene presenta la forma más grave que se manifiesta, con un gran ensanchamiento de los vasos sanguíneos, los cuales se rompen, y ocasionan la muerte unos cuantos meses después del nacimiento.

Si te casas con una persona que tiene la forma menor de telangiectasia múltiple. ¿Que probabilidad tendrían tus hijos de ser normales?

()

- a) 25% b) 50% c) 75% d) 100% e) ninguna.

9. Si se casan dos personas que padecen la forma menor de la telangiectasia múltiple, que probabilidad tienen de que sus hijos no mueran debido a la forma mas grave de la enfermedad.

- a) 25% b) 50% c) 75% d) 100% e) ninguna.

10. La braquifalangia es causada por un gene letal intermedio. Las personas heterocigotas para este carácter presentan dedos cortos que parecen tener solo dos articulaciones. Los embriones homocigotos mueren al nacer o poco después. Un hombre con branquifalangia y la forma menor de telangiecta-

sia múltiple. ¿Qué probabilidad tienen los hijos de alcanzar la edad adulta?

()

- a) 12.5% b) 25% c) 50% d) 75% e) 100%

5.3.3.3 ALELOS MÚLTIPLES Y GRUPOS SANGUÍNEOS.

Hasta aquí los modelos de herencia que se han estudiado (Herencia Mendeliana y Herencia Intermedia). Implican a un solo par de alelos, uno en cada cromosoma homólogo. Pero, puesto en un gene puede ser cambiado a formas alternativas por el proceso de mutación, teóricamente es posible un gran número de alelos en una población de individuos. Cuando mas de dos alelos son identificados en el locus de un gen, se tiene una serie de alelos múltiples.

Por ejemplo, en la herencia de los grupos sanguíneos del sistema "ABO" intervienen tres alelos distintos. Cada uno de estos alelos ocupa un locus en el cromosoma homólogo lo que significa que solo un par de alelos actúan, pero este locus puede ser ocupado por tres alelos distintos.

Actualmente la mecánica de la herencia de los grupos sanguíneos merece un capítulo de estudio aparte.

Desde el siglo XVIII, se realizaban transfusiones de sangre. En Francia, a causa de las heridas de un duelo un hombre estaba muriendo y se salvo por una transfusión que

se le hizo mediante la simple conexión con las venas de un donador. Otros que quisieron imitarlo tuvieron éxito, pero muchas otras veces ocasionaron la muerte del paciente por que los glóbulos rojos trasfundidos formaban aglomerados que obturaban los vasos capilares del paciente.

No fué sino hasta 1901 que se empezó a entender como reaccionan los grupos sanguíneos - gracias a los trabajos de KARL LANDSTEINER lo que hizo fué separar las células del plasma correspondientes a 22 personas. Luego combinó el plasma de una persona con las células rojas de otra. En algunos casos la combinación fué satisfactoria, pero en otros los glóbulos rojos se aglomeraban (aglutinaban) en grupos tan grandes que podían verse a simple vista. Basándose en estas reacciones Landsteiner dividió a los humanos en tres grupos A, B y O. Poco después (1902) - el cuarto y más raro grupo, el AB, fué descubierto por dos discípulos de Landsteiner, Von De Castello y Sturli.

ANTIGENOS Y ANTICUERPOS. Los tipos de sangre se establecen de acuerdo a las interacciones entre antígenos y anticuerpos (serología).

LOS ANTIGENOS O AGLUTINOGENOS forman parte de casi todas las proteínas y de algunos de los mas complejos carbohidratos y ácidos nucleicos. Están asociados con las células rojas de la sangre. Los antígenos son sus-

tancias capaces de producir anticuerpos.

LOS ANTICUERPOS O AGLUTININAS son proteínas del plasma (gamaglobulinas) producidas de manera principal por las células del plasma, que son una parte del sistema sanguíneo de los animales vertebrados superiores. Los anticuerpos son altamente específicos. Solo reaccionan con el antígeno que estimuló su producción (o probablemente antígenos muy similares).

Las personas que pertenecen al grupo sanguíneo "A" tienen en sus glóbulos rojos a la proteína que se le designa como antígeno "A" (o aglutinógeno "A") y en el suero poseen anticuerpos "B" (ANTI-B).

Los que pertenecen al grupo sanguíneo "B" - en los glóbulos rojos llevan el antígeno "B" y en el suero anticuerpos "A" (ANTI-A).

Los que pertenecen al grupo "B" llevan en sus células rojas los antígenos "A" y "B" - pero no poseen aglutininas (anticuerpos) en el plasma.

Los que pertenecen al grupo sanguíneo "O" - carecen de antígeno A y B pero llevan en su plasma las aglutininas ANTI-A y ANTI-B.

Se pueden concentrar los grupos sanguíneos en el siguiente cuadro.

- 79 -
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

	GLOBULO ROJO (ESQUEMATICAMENTE)	ANTIGENO (AGLUTINOGENO)	ANTICUERPO (AGLUTININA)
A		A	ANTI-B
B		B	ANTI-A
AB		A y B	—
O		—	ANTI-A y ANTI-B

Actualmente siempre que se trata de hacer una transfusión de sangre a una persona, siempre que es posible se le suministra de su mismo tipo. Sin embargo, en una emergencia se emplea frecuentemente sangre de otro tipo. En el siguiente cuadro se presentan a los donadores y receptores compatibles en el sistema "ABO".

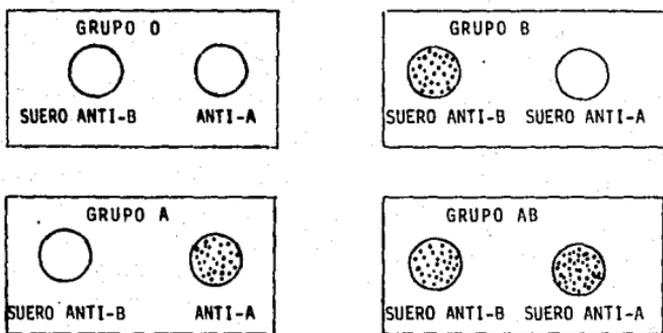
DONADOR	RECEPTOR
A	A, AB
B	B, AB
AB	AB
O	A, B, AB, O

En el cuadro anterior te podrás dar cuenta que el grupo "O" puede donar sangre sin problemas de incompatibilidad a todos los grupos del sistema "ABO". Esto se debe a que las células rojas del donador no lleva ningún antígeno, por que no produce en el receptor

una respuesta para formar anticuerpos, por ésta razón se le llama "donador universal".

Una persona del grupo "A" no debe donar sangre a un individuo con grupo sanguíneo "B" porque esta tiene anticuerpos "A" que aglutinan el grupo "A".

El siguiente esquema representa la reacción debida a la mezcla de diferentes tipos de - corpúsculos y sueros sanguíneos



5.3.3.4 HERENCIA DE LOS GRUPOS ABO

Como se mencionó anteriormente, en la herencia de los grupos sanguíneos "ABO" intervienen al menos tres alelos distintos: "A", - "A^B" y "a".

GENOTIPOS	FENOTIPOS
AA, Aa	A
A ^B A ^B A ^B a	B
A A ^B	AB
a a	O

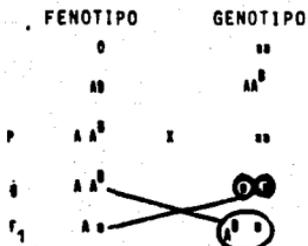
Como se observa en el cuadro anterior, cuando el alelo A y el A^B están presentes los dos se expresan y la persona tiene sangre del tipo AB. Por tanto los alelos son codominantes. Un tercer alelo de esta serie "a" es RECESIVO con respecto al alelo A y al A^B. Los homocigotos del alelo "a" tienen siempre el grupo sanguíneo "A".

La mecánica de la herencia de los grupos sanguíneos que es bien conocida actualmente tiene una aplicación médico legal. Se dice que el Rey Salomón nunca habría tenido necesidad de emplear su profunda sabiduría para decidir a quién dar la custodia de un infante si hubiera tenido a su disposición las técnicas modernas para el análisis de la sangre.

Ejemplo (1). En un hospital nacieron dos niños el mismo día y a la misma hora. Uno de los infantes era de tipo "O" y el otro era tipo "A". Por una confusión en el hospital no se sabe entre dos parejas quienes son sus padres. La primera de las parejas tiene grupo "O" y "AB" y en la segunda pareja ambos progenitores son "O". ¿Cuál es el hijo

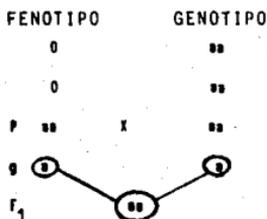
que corresponde a cada pareja.

PRIMER PAREJA



Los hijos que pueden tener esta pareja pertenece al grupo "A" o al "AB" pero no hay posibilidad de que tengan un hijo grupo "O"

SEGUNDA PAREJA



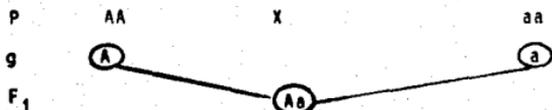
Todos los hijos que tenga esta pareja serán del grupo "O", no hay posibilidad de que tengan un hijo "A".

Ejemplo (2). Una mujer con grupo sanguíneo "A", tiene un hijo de grupo B y demanda a un individuo tipo "O" para que mantenga a su hijo pues ADUCE que el es su padre. Si usted fuese juez en este caso, ¿Cuál sería su decisión?

FENOTIPO A
 GENOTIPOS 1) AA
 PROBABLES 2) Aa

FENOTIPO O
 GENOTIPO aa

Con el primer genotipo probable de la mamá:



aglutinándose la sangre el factor Rh es positivo, de lo contrario es negativo.

Dos personas compatibles en el sistema ABO, pueden no serlo en el Rh. Mientras que los anticuerpos del sistema ABO se encuentran en forma natural en el plasma humano, los anticuerpos anti Rh puede estimularse su formación en una persona Rh negativo si se le hace transfusión con tipo de sangre Rh positivo. Sin embargo, en una primera transfusión no hay respuesta inmediata por parte del receptor. Una vez sensibilizado se recibe una transfusión del mismo tipo, los eritrocitos donadores Rh positivo se aglutinarán en el receptor y puede sobrevénir la muerte.

El mismo problema ocurre si la madre es Rh negativo y el infante es Rh positivo. Si es el primer niño que va a nacer y la madre no había sido sensibilizada anteriormente por el antígeno Rh seguramente no tendrá problemas en su nacimiento. Pero los hijos que se engendren posteriormente con Rh positivo verán disminuidas sus posibilidades de un parto normal, pues ya la madre ha sido sensibilizada (inmunizada) con el factor Rh. Estos segundos niños tienen sus eritrocitos destruidos (hemolizados) antes del nacimiento y como resultado de ello, se liberan eritrocitos (células rojas) inmaduros, los cuales todavía no han perdido sus núcleos. Las células rojas con núcleo no son buenas transportadoras del oxígeno y los infantes pue-

den sufrir anoxia. (falta de oxígeno en la sangre).

También los restos de muchos eritrocitos - hemolizados tienden a obturar los ductos - biliares y esto produce ictericia algunas veces estos niños mueren antes de nacer o unos cuantos días después. cuando sobreviven alrededor de una semana se dice que el peligro ha pasado, pues esto indica que ya están formados eritrocitos normales. A esta condición se le llamó "eritroblastosis fetal" y en fecha mas reciente se le conoce como "Enfermedad Hemolítica del Recién Nacido".

Mientras que los problemas para madres Rh negativo e hijo positivo se expresan generalmente hasta el fin del embarazo o hasta el nacimiento del infante, las diferencias entre la madre e hijo en el sistema ABO se manifiestan desde las 7 u 8 semanas del embarazo, cuando el embrión muere y es abortado debido a la concentración de los ANTI-A Y ANTI-B que es ordinariamente mucho más - elevado que los ANTI Rh.

5.3.3.6 EL ANTIGENO Rh EN LA HERENCIA.

Como ya se mencionó el problema de incompatibilidad en el Rh entre la madre y el hijo ocurre solo cuando la madre es Rh negativo y el hijo es Rh positivo, situación - que se presenta solo si el padre es Rh positivo, ya que el Rh negativo se presenta

solo cuando el alelo recesivo (d) se encuentra en condición homocigoto. La herencia de este tipo de factor se comporta igual que la herencia Mendeliana. Actúan un par de alelos y uno de ellos es dominante y el otro recesivo.

GENOTIPO	FENOTIPO
DD	Rh POSITIVO
Dd	Rh POSITIVO
dd	Rh NEGATIVO

Ejemplo (1). Si se casa un varón de tipo sanguíneo Rh positivo (cuyo padre era Rh NEGATIVO), con una mujer de Rh NEGATIVO, cual es la probabilidad que tengan hijos con Rh POSITIVO.

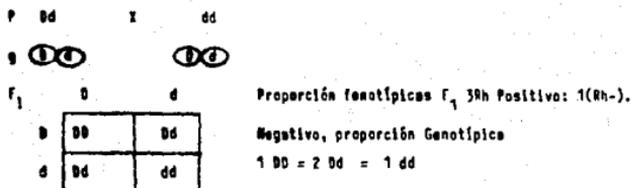
P Dd x dd

g 

f ₁	d	d	FENOTIPOS f ₁	GENOTIPOS
	Dd	Dd		
g	dd	dd	1 Rh NEGATIVO	1 dd

La probabilidad de tener hijos con Rh POSITIVO es de 50% (una en dos).

Ejemplo (2). Si se casa un varón Rh POSITIVO (cuya madre es Rh NEGATIVO), con una mujer Rh positivo (cuyo padre es Rh NEGATIVO), ¿Cómo será el Rh de los hijos ?.



Cada hijo tiene 75% de probabilidad de tener Rh positivo y 25% de probabilidad con Rh negativo.

5.3.3.7 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: LABORATORIO.

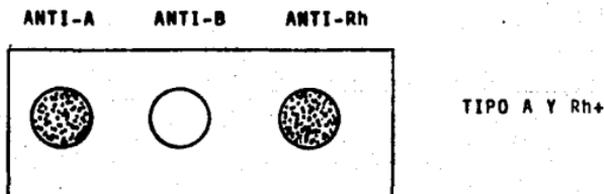
Determinación de los grupos sanguíneos ABO y Rh.

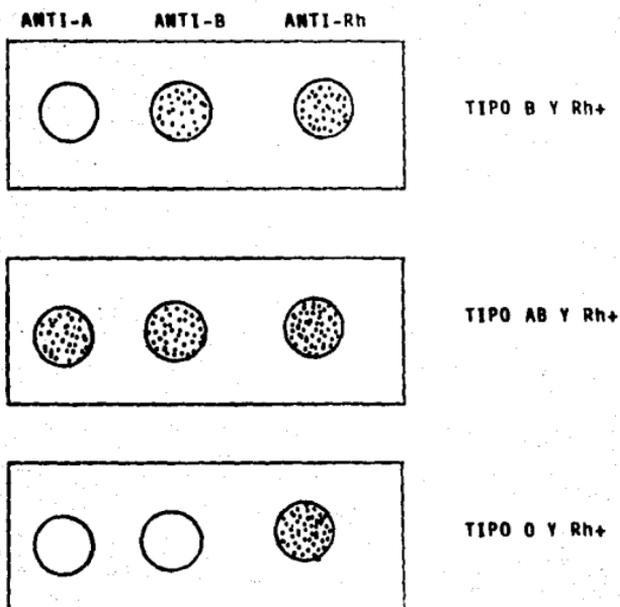
1. Utilizar antisueros específicos (ANTI-A; ANTI-Rh).
2. Colocar 3 portaobjetos (perfectamente limpios) sobre una superficie plana y blanca.
3. Limpie perfectamente la punta de un dedo de la mano o el lóbulo de la oreja con un algodón humedecido en alcohol etílico al 70% y puncione con una lanceta estéril desechable.
4. Presione el área de punción y coloque una gota de sangre en cada portaobjetos.
5. A cada gota de sangre le corresponde añadir uno de los sueros (ANTI-A, ANTI-B y ANTI-Rh).
6. Empleando un palillo distinto para cada portaobjetos mezcle bien la gota de sangre y el antisuero correspondiente.
7. Observe cuales mezclas son los que se aglutinan y determine al grupo sanguíneo "ABO" y Rh al que pertenece. Fig. 15.

8. Tome nota de cuantos de sus compañeros de las secciones de su grupo tienen el tipo de sangre A, B, AB y O y cuantos tienen factor Rh+ y Rh-.
9. Anote en el siguiente cuadro los resultados obtenidos en la determinación de los grupos sanguíneos y factor Rh, y compárelos con los porcentajes que se dan para la población de nuestro país.

TIPO SANGUINEO Y FACTOR Rh.	DISTRIBUCION EN CLASE	% EN CLASE	% APROX. EN LA POBL. DE MEX.
A			30%
B			9%
AB			1%
O			60%
Rh+			95%
Rh-			5%

FIG. 15 DIFERENTES TIPOS DE AGLUTINACION





(SI NO HAY REACCION CON EL ANTISUERO Rh,
SE TRATA DE FACTOR RA-).

5.3.3.B ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: CUESTIONARIO.

RESPONDE AL SIGUIENTE CUESTIONARIO:

1. Explique que son los alelos múltiples.
2. ¿Porqué se dice que los alelos múltiples siguen los principios Mendelianos?

3. ¿Que hizo Landsteiner para demostrar los diferentes tipos sanguíneos en el sistema ABO?.
4. Defina lo que es un antígeno y lo que es un anticuerpo.
5. Complete el siguiente cuadro:

GRUPO SANGUINEO	ANTIGENO	ANTICUERPO
A		
B		
AB		
O		

6. ¿Porqué una persona que es del grupo sanguíneo "A" no debe donar sangre a un individuo tipo "B", y viceversa?.
7. Complete el siguiente cuadro:

HOMOCIGOTO DOMINANTE DEL GRUPO "A"	GENOTIPO
HETEROCIGOTO DEL GRUPO B	
UNICOS ALELOS DEL GRUPO B	
HOMOCIGOTOS RECESIVOS	
HETEROCIGOTO DEL GRUPO A	

8. ¿Porqué se dice que en la herencia de los grupos sanguíneos "ABO" están implicados: la herencia, dominancia, recesividad y la herencia intermedia? Explica.
9. ¿Porqué una pareja que es compatible en el grupo sistema ABO puede no serlo en el Rh?.
10. Se hizo un exámen de sangre a una persona y no se encontraron anticuerpos Rh. Tres años después se volvieron a hacer análisis de sangre a la misma persona y se encontraron anticuerpos Rh. Explique a que se debió que se encontraron esos resultados.
11. Una señora tuvo un aborto en su primer mes de embarazo - en el primer hijo y el segundo nace perfectamente. Un - tercer hijo nace con ictericia. ¿Cómo haría para explicar a esta señora lo ocurrido?.
12. Explique porque en una madre con Rh negativo, e hijo Rh positivo, se expresan los problemas hasta el final del - parto, mientras que cuando son de diferente tipo sanguíneo en el ABO se expresan desde el principio.
13. ¿Porqué no hay problemas de incompatibilidad sanguínea - entre la madre (Rh positivo) y el hijo (Rh-positivo)?.
14. Realice las siguientes cruza derterminando las proporcio nes fenotípicas y genotípicas de la descendencia.

- a) $A^B A \times A^B A$
- b) $A^B a \times Aa$
- c) $A^B A^B \times AA$
- d) $A^B a \times aa$
- e) $aa \times AA$

15. Realice los siguientes ejercicios y determina las proporciones fenotípicas y genotípicas de la F_1 .

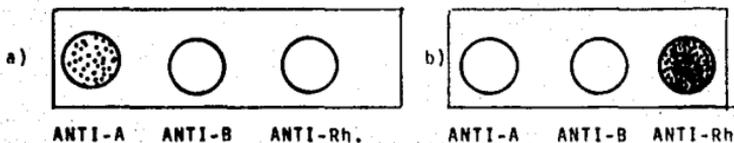
- a) DD X dd
- b) Dd X dd
- c) dd X dd
- d) Dd X Dd
- e) Dd X DD

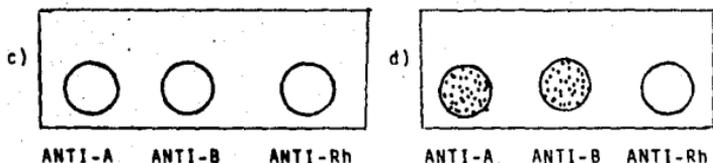
16. Considerando a los grupos ABO y Rh, determine los fenotipos y genotipos de la F_1 , que resultan de las siguientes cruza:

- a) $A^B a dd$ x $Aa Dd$
- b) $A^B A^B Dd$ x $Aa dd$
- c) $A^B a Dd$ x $aa dd$
- d) $Aa Dd$ x $A^B a Dd$

5.3.3.9 AUTOEVALUACION.

1. En los siguientes esquemas cual representa al grupo "0" y Rh+?. ()





2. Es el grupo sanguíneo que no posee ANTI-A, ANTI-B.
 a) el A b) el B c) el AB d) el O ()
3. Es el tipo sanguíneo que solo puede recibir sangre del mismo tipo.
 a) el A b) el B c) el AB d) el O ()
4. El genotipo $A^B a$ pertenece al tipo sanguíneo.
 a) el A b) el B c) el AB d) el O ()
5. Una persona que tiene grupo sanguíneo A (genotipo A^B) se casa con un individuo del mismo tipo (fenotipo y genotipo) que probabilidad hay de que tengan un hijo O?
 a) 25% b) 50% c) 75% d) 100% e) ninguna. ()
6. Cuál es el genotipo de los progenitores que tienen un hijo tipo A, 2 tipo B, uno AB y uno O?
 a) $A^B a$ x Aa b) $A^B a$ x $A^B a$ c) $A^B A$ x $A^B A$
 d) Aa x Aa e) Aa x $A^B A^B$ ()
7. Cuál es el genotipo de los progenitores si en su descendencia hay 3 hijos de tipo Rh positivo y 4 hijos de Rh negativo?
 a) Ad x dd b) Dd x Dd c) DD x dd d) dd x dd e) DD x DD ()

8. cuál es el genotipo de los progenitores si en su descendencia hay 5 hijos Rh positivo y uno Rh negativo ()
- a) Dd x dd b) DD x dd c) Dd x Dd d) DD x DD e) dd x dd
9. En un niño de grupo sanguíneo O, Rh negativo, ¿Cuáles - son sus progenitores? ()
- a) $A^B a$ dd xx AA DD b) $A^B A^B Dd$ x aa dd c) $A^B A$ dd x $A^B A$ dd
- d) AA x $A^B A^B$ e) $A^B a$ dd x aa Dd.
10. Una mujer O negativo con cual de sus pretendientes tiene menos problemas de tener un hijo con la enfermedad hemolítica del recién nacido?. El grupo sanguíneo de los pretendientes es: ()
- a) O, positivo b) O, negativo c) A, negativo
- d) B, negativo e) AB negativo.

5.3.4 LA DETERMINACION DEL SEXO.

Este capítulo se circunscribe a la determinación del sexo por cromosomas, puesto que también ocurre por - la influencia del medio ambiente, como es el caso del gusano marino.

La determinación del sexo por cromosomas en los organismos dioicos sigue un patrón regular de distribución de cromosomas en la meiosis. Este patrón sigue - cuatro métodos distintos:

- a) El Método XY
 b) El Método XO
 c) El Método ZW
 d) El Método DE LA ABEJA

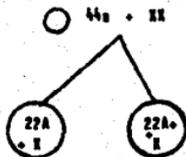
a). EL METODO XY

Este método se presenta en los organismos cuyos cromosomas son de dos tipos, los que se asocian con la determinación del sexo o "Cromosomas Sexuales" y que son dos: uno largo conocido como el cromosoma X y otro más corto llamado cromosoma Y. El otro tipo de cromosomas no participa en la determinación del sexo y se les designa como "Autosomas".

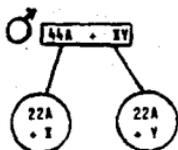
En el hombre, por ejemplo, en sus células somáticas hay 44 autosomas y 2 cromosomas sexuales, mientras que en *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta) hay 6 autosomas y 2 cromosomas sexuales.

Cuando el individuo presenta un par de cromosomas X es una hembra y si el individuo tiene un cromosoma X y un cromosoma Y pertenece al sexo masculino.

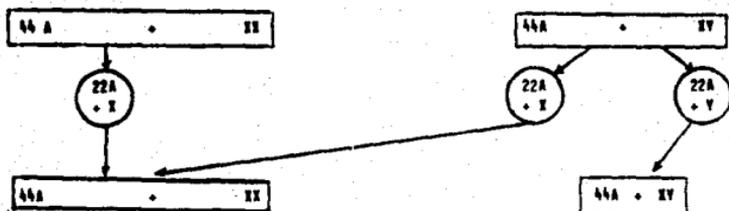
Los organismos que presentan el método XY en la determinación del sexo observan en sus células sexuales la mitad de los cromosomas después de realizar la meiosis. En el hombre, los óvulos y los espermatozoides llevan únicamente 23 cromosomas. 22 son autosomas y el otro es un cromosoma sexual, como en la mujer sus cromosomas sexuales son XX, los gametos (óvulos) tienen siempre 22 autosomas y un cromosoma sexual x (hologametos).



En cambio, el hombre, forma dos tipos de gametos (espermatozoides) distintos (heterogametos). Los que llevan 22 autosomas más un cromosoma sexual X y los 22 autosomas más un cromosoma sexual Y.



De tal forma, que el sexo viene determinado según se ilustra en el siguiente esquema:



De acuerdo al esquema anterior, se puede inferir que en una población el 50% de los infantes que nacen son niños y el otro 50% niñas. Esto, casi ocurre en la práctica. En los Estados Unidos, por ejemplo, las estadísticas de los recién nacidos muestran que nacen más niños que niñas en una proporción aproximada de 1.06 : 1.00. No obstante, que los gametos masculinos que llevan el cromosoma X, se producen en igual número que los que llevan el cromosoma Y, cabe suponer

que mayor número de espermatozoides con el cromosoma Y fecundan el óvulo con mayor éxito, que los espermatozoides que llevan el cromosoma X. Se han propuesto varias hipótesis para explicar este hecho, si bien ninguna ha sido probada:

- a) El cromosoma Y es mas liviano que el X y esto puede producir una diferencia en el peso total del espermatozoide.
- b) El espermatozoide con cromosoma Y es de menor diámetro que el espermatozoide con cromosoma X y esto representa una legera ventaja, para penetrar en la corona radiante que rodea el óvulo.

De cualquier manera, aún sin una explicación, es un hecho que nacen más varones que mujeres. Si bien, - estas proporciones varían en diferentes países y diferentes razas. Tampoco hay una explicación al hecho de que en el primer parto nacen mayor número de varones que de hembras. Igual ocurre en tiempos de guerra, - en que se registran mayor número de nacimientos de niños que de niñas.

Sin embargo, las proporciones entre los sexos no se mantienen hasta la edad adulta. En cierta región de la India, por ejemplo, hay alrededor de 120 mujeres - por cada 100 hombre. Presumiblemente, hay una mayor - mortandad de hombres que de mujeres durante la infancia. Al llegar a la edad casadera, la proporción a nivel mundial casi se equilibra. Esta debilidad del varón para enfrentar la supervivencia continúa hasta la edad adulta. En términos de fuerza muscular, ciertamente, los hombres son superiores, pero en cuanto a las características físicas para enfrentar la super-

vivencia, o de efecto tan severo, que cause la muerte del cromosoma Y, que es mucho mas corto que el X y no tiene el alelo correspondiente que se encuentra en el cromosoma X:



b) EL METODO XO.

Aunque el Método XY es el más común, no fue el primero que se descubrió. Ya se había observado por Wilson y Stevens en 1905 que los saltamontes hembra tienen $22A + X$. Posteriormente, trabajando con la chinche de la calabaza, *Anasa stali* encontraron que en los óvulos había 11 cromosomas y en los espermatozoides 10 u 11 cromosomas y en los espermatozoides de 10 cromosomas. La fecundación de un óvulo por un espermatozoide de 11 cromosomas da por resultado una hembra y la fecundación por un espermatozoide de 10 cromosomas da origen a un macho. Así pues, hay un cromosoma X, pero no existe cromosoma Y este método de determinación del sexo se conoce como el método XO. Se encuentra en muchos organismos:

Orthóptera (Saltamontes, grillos, cucarachas, etc.)
y Heteróptera (las chinches).

c) EL METODO ZW

En algunos animales el método para la determinación

del sexo es el reverso del método XY. En estos el sexo femenino es heterogamético, esto es, el sexo que produce dos clases de gametos en cuanto concierne a los cromosomas sexuales, mientras que el macho es homogamético, habiendo solo un tipo de espermatozoides. Los pájaros y algunos peces, entre los vertebrados, tienen este método, y las mariposas, las palomillas y las moscas caddis son ejemplos, del mismo entre los insectos. Para evitar la confusión que resultaría si se siguiera utilizando los símbolos X y Y para los cromosomas sexuales, se ha adoptado para ello las letras Z y W. Un gallo tiene en sus espermatozoides 8 autosomas y un cromosoma sexual Z. Por otra parte, los huevos de la gallina tienen 8 autosomas y un cromosoma Z o un W.

d) EL METODO DE LA ABEJA.

En un panal hay unos individuos más pequeños que el resto, son las obreras, que son hembras. Otros más grandes son los zánganos, cuya función principal es inseminar a la abeja reina, la cual es una abeja más grande que ha sido alimentada con una dieta rica en jalea real, una sustancia que secretan las obreras. Con mayor espacio para desarrollarse y una dieta estimulante, sale una reina, una hembra madura en lugar de una obrera, que es una hembra inmadura. Una vez inseminada, la reina almacena los espermatozoides en un receptáculo seminal, donde quedan disponibles para el resto de su vida. Cuando deposita un huevo en las celdas para obreras el receptáculo seminal emite algunos espermatozoides y fecundan al óvulo. Los machos, en cambio, se van a formar de óvulos no fecundados (partenogénéticamente).

La comprensión sobre la determinación del sexo en estos organismos es difícil entenderla. Algunos han sugerido que hay una relación del citoplasma (o factores citoplasmáticos) con los genes, suponen que en el citoplasma hay factores que hacen poner de manifiesto el sexo masculino, mientras que los genes tienden a producir caracteres femeninos. Los factores citoplasmáticos son más fuertes cuando hay un solo grupo haploide de cromosomas, pero son superados cuando se encuentra un grupo diploide de estos.

La siguiente figura (16) se ilustra comparativamente cuatro tipos de determinación del sexo:

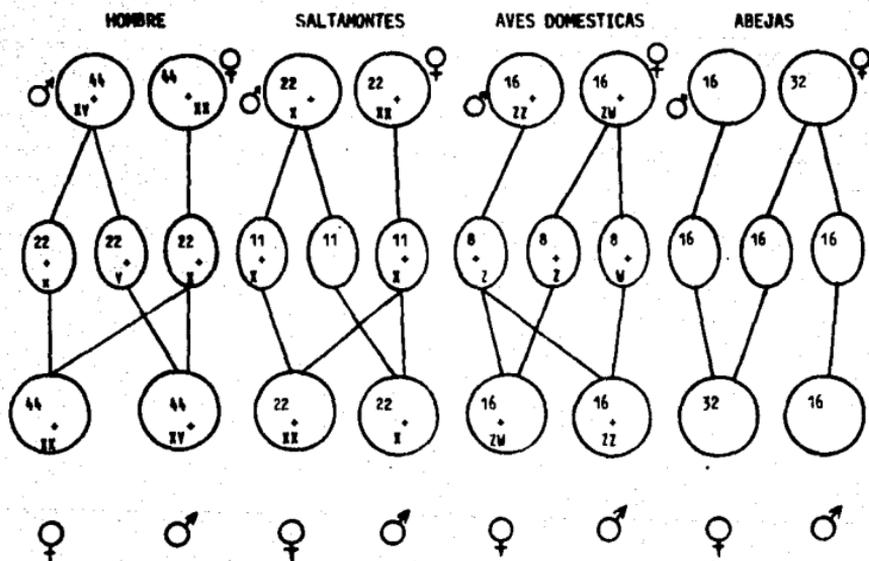


FIG. 16 CUATRO METODOS PARA DETERMINACION DEL SEXO.

5.3.4.1 PREDICCIÓN DEL SEXO.

La determinación del sexo siempre ha tratado de ser predeterminada. Por ejemplo, a un avicultor le conyendría que nacieran más hembras si se dedica a la cría de gallinas ponedoras. En cambio, quienes preferirían que nacieran más machos, están los que se dedican a la producción de toros de lidia, o los criadores de caballos de carrera. El hombre también siempre ha querido decidir el sexo de los hijos, si lo hubiera logrado quizá habría actualmente un promedio numérico de alguno de los sexos.

Recientemente se aconsejan algunos métodos para decidir el sexo, tales como:

- a) Dietas
- b) Lavatorios ácidos o alcalinos en la época de la concepción.
- c) Control de temperatura.
- d) Separación de espermatozoides por su peso mediante centrifugación.

Quienes consideran que algunos de los métodos anteriores resulta efectivo, en realidad olvidan que lo que ocurre es que de acuerdo a la proporción de los sexos cada hijo que nace tiene 50% de probabilidad de ser niño o niña y en base a esa probabilidad los resultados pueden ser favorables.

La probabilidad de que sea niña o niño son eventos independientes, "a", la probabilidad de que sea niño y "b", la propiedad al

ternativa o de que sea niña, podemos establecer combinaciones entre a y b mediante la expresión del binomio $(a+b)^n$, donde n - es el número total de niños considerados.

Ejemplo (1). Si dos niños nacen en un hospital el mismo día, ¿Qué probabilidad tienen?.

- a) Que los dos sean niños.
- b) Que sean un niño y una niña.
- c) Que las dos sean niñas.

$$a = 1/2$$

$$b = 1/2 \quad (a+b)^n = a^2 + 2ab + b^2$$

$$n = 1/2 \quad a^2 = \text{la posibilidad que los dos sean niños.}$$

$2ab =$ la posibilidad que sean un niño y una niña.

$b^2 =$ la posibilidad que los dos sean niñas.

$$a^2 = (1/2)^2 = 1/4 = 25\%$$

$$2ab = 2(1/2) (1/2) = 2(1/4) = 1/2 = 50\%$$

$$b^2 = (1/2)^2 = 1/4 = 25\%$$

Ejemplo (2). Un matrimonio recién casado - planea tener tres hijos ¿Cuál es la probabilidad de:

- a) Que los tres sean niños.
- b) Que sean e niños y una niña
- c) Que sean 2 niñas y un niño
- d) Que sean 3 niñas

$$a = 1/2$$

$$b = 1/2 \quad (a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$c = 3 \quad a^3 = \text{la probabilidad que sean 3 niños.}$$

$$3a^2b = \text{La probabilidad que sean 2 niños y 1 niña.}$$

$$3ab^2 = \text{la probabilidad que sean 2 niñas y 1 niño.}$$

$$b^3 = \text{la probabilidad que sean 3 niñas.}$$

$$a^3 = (1/2)^3 = 1/8 = 12.5\%$$

$$3a^2b = 3(1/2)^2 (1/2) = 2(1/4) (1/2) = 3/8 = 37.5\%$$

$$3ab^2 = 3(1/2) (1/2)^2 = 3(1/2) (1/4) = 3/8 = 37.5\%$$

$$b^3 = (1/2)^3 = 1/8 = 12.5\%$$

Para desarrollar el binomio se puede emplear el triángulo de Pascal para obtener los coeficientes de los términos de las ecuaciones binomiales. Después del primero cada número resulta de los números que están arriba de él. El segundo número en cada línea indica el exponente (potencia) del binomio.

		1				
		1	2	1		
		1	3	3	1	
		1	4	6	4	1
	1	1	10	10	5	1
1	6	15	20	15	6	1

El exponente de cada término empieza en a con el exponente del binomio y con 0 en b ($b^0 = 1$). En a va disminuyendo uno en cada término y aumentando en b.

$$\begin{array}{l}
 (a + b)^1 \qquad a \qquad + \qquad b \\
 (a + b)^2 \qquad a^2 \qquad + \qquad 2ab \qquad + \qquad b^2 \\
 (a + b)^3 \qquad a^3 \qquad + \qquad 3a^2b \qquad + \qquad 3ab^2 \qquad + \qquad 3b^3 \\
 (a + b)^4 \qquad a^4 \qquad + \qquad 4a^3b \qquad + \qquad 6a^2b^2 \qquad + \qquad 4ab^3 \qquad + \qquad b^4 \\
 (a + b)^5 \qquad a^5 \qquad + \qquad 5a^4b \qquad + \qquad 10a^3b^2 \qquad + \qquad 10a^2b^3 \qquad + \qquad 5ab^4 \qquad + \qquad b^5
 \end{array}$$

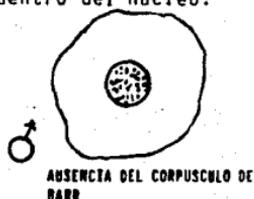
5.3.4.2 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: LABORATORIO.

OBSERVACION DE CROMATINA SEXUAL.

En el año de 1949, Barr y Bertram dieron el nombre de cromatina X o corpúsculo de Barr, a un pequeño cuerpo dentro del núcleo que se observa en células provenientes de individuos femeninos normales. Posteriormente se le llamó cromatina sexual, ya que se pensó que lo que se observaba eran los dos cromosomas "X" que se condensaban durante la interfase.

Años después Mary Lyon postuló la hipótesis de la inactivación genética de un cromosoma X en los primeros estadios del desarrollo embrionario del sexo femenino, por lo que en las mujeres XX solo es funcional un cromosoma con el sexo masculino que posee un complemento XY.

El cromosoma inactivado durante la interfase se condensa y tiene la característica de la heteropicnosis (mayor acumulamiento de colorante), por lo que se puede distinguir por facilidad dentro del núcleo.



DESARROLLO DE ACTIVIDADES:

1. Enjuagarse la boca vigorosamente con agua para eliminar células de descamación y bacterias propias de la boca.
2. Con un extremo de un abatelenguas hacer un raspado de la parte interna del carrillo.
3. Extender la muestra en forma de frotis sobre el portaobjetos (previamente limpiado con alcohol etílico).
4. Cubrir el frotis con fijador Carnoy y pasarlo junto a la flama del mechero, retirarlo y dejar que se consuma.
5. Lavar con agua de la llave y secar al aire.
6. Cubrir con ácido clorhídrico IN durante 15 minutos.
7. Eliminar el exceso de ácido clorhídrico con agua de la llave y secar al aire.
8. Teñir con colorante tionina de 15 a 20 minutos.
9. Lavar el exceso de colorante
10. Secar al aire y observar con el objetivo de menor aumento una vez localizado un buen campo observar a inmersión.

12. Una pareja quiere tener un niño y una niña, el primero de sus hijos que nace es niño y para asegurar que el segundo sea niña acuden a una clínica donde le aseguran que con el método de la temperatura nacerá una niña. Y efectivamente el segundo hijo es una niña ¿Cómo explicaría lo ocurrido a los papás de los niños?
13. Si al desarrollar el binomio $(a + b)^4$, a^4 representa la posibilidad que los cuatro sean niños, que representa:
- a) $4a^3b$
 b) $6a^2b^2$
 c) $4ab^3$
 d) b^4

5.3.4.4 AUTOEVALUACION.

1. Cuál de los siguientes individuos es homogamético
 a $(44 + XY)$ b $(16 + ZW)$ c $(26 + XX)$ d $(16 + XY)$
 e $(44 + ZW)$. ()
2. Según el método XY cuántos cromosomas tiene una célula gamética de un individuo cuyo número diploide de cromosomas es de 48. ()
 a) 48 b) 24 c) 12 d) 6 e) 3.
3. Los cromosomas de una gallina son: ()
 a $(16 + ZW)$ b (32) c $(22 + XX)$ d $(44 + XX)$
 e (ninguno).
4. Es el método seguro para decidir el sexo de los hijos: ()
 a) dietas
 b) Lavatorios ácidos o alcalinos en la época de la concepción.

- c) Control de temperatura
 - d) Separación de espermatozoides por su peso mediante centrifugación.
 - e) Ninguna.
5. Una pareja que planea tener 5 hijos quiere conocer - la posibilidad de que sean 3 niños y dos niñas. ()
- a (1/32) b (5/32) c (10/32) d (20/32) e (32/32)

5.3.4.5 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: LABORATORIO.

Preparación y observación de cromosomas - gigantes o politécnicos.

Una de las líneas de investigación más fecundadas en genética ha sido el estudio de los cromosomas o citogenética, a partir de las observaciones hechas en 1881 por E.G. Balbiani de cromosomas gigantes, en las glándulas salivales de los dípteros que son de 150 a 200 veces más largos que los cromosomas de las células de las gónadas.

T.S. Painer fué el primero que utilizó la verificación citológica de los datos genéticos de los cromosomas de las glándulas salivales de la *Drosophila sp.* y Bridges en 1934 preparó los primeros mapas cromosómicos observando también cromosomas gigantes o politécnicos en las moscas de las frutas.

La técnica para la elaboración de prepara-

ciones de cromosomas es sencilla y tiene muchos usos en genética de *Drosophila* sp., como una herramienta de trabajo, ya que - siendo tan grandes los cromosomas, se presentan para estudiarlos con cierto detalle.

Con una tinción adecuada a base de acetorceína se pueden observar una serie de - bandas claras y oscuras en sentido transversal del cromosoma, que se emplean como zonas para determinar la localización de determinados genes en los cromosomas, lo - que permitió a través de muchos años de investigaciones se elaborarán los mapas cromosómicos que señalan la localización de - muchos genes.

La obtención de larvas para la extracción de glándulas salivales se realiza colocando más o menos diez parejas de *Drosophila* sp, durante dos días en un frasco con medio de cultivo fresco, pasando este tiempo se eliminan los adultos y se procede a colocar el frasco a una temperatura del 15^o a 18^o C. Este frasco contendrá huevos y larvas recién emergidas en cantidad suficiente para realizar este experimento.

OBJETIVO:

Observación de cromosomas gigantes en glándulas salivales de larvas de *Drosophila* sp,

MATERIAL:

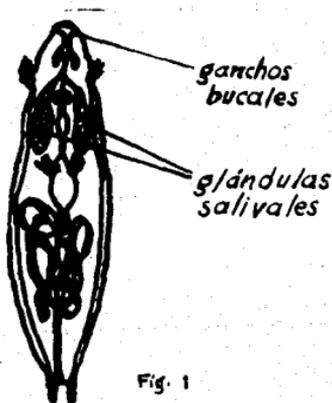
Microscopio de disección

Agujas de disección
Portaobjetos y cubreobjetos
Papel filtro absorbente
Colorante Aceto-orceína o
aceto-carmin.
Solución salina al 0.7%
Goteros
Lápiz con goma

PROCEDIMIENTO.

1. Observe la larva de mayor tamaño y menos activa y con una aguja de disección extráigala del medio de cultivo y colóquela en un portaobjetos.

2. Agregue unas gotas de solución salina al 0.7% sobre el portaobjetos, de modo que la larva quede en solución y obsérvela durante unos minutos en el microscopio de disección. Note que tiene un extremo romo y otro puntiagudo. Las glándulas salivales se encuentran en el extremo puntiagudo que es el anterior, en éste extremo se aprecian las partes negras de la boca que se mueven hacia atrás y hacia adelante. Las glándulas salivales están unidas a ambos lados de la boca y se extienden hacia el extremo posterior, aproximadamente en el primer tercio de la longitud del cuerpo (Fig. 1)



3. Coloque la punta de la aguja de disección precisamente en los ganchos bucales en el extremo anterior de la larva y - coloque otra aguja de disección rodeando la parte posterior de la larva para evitar movimiento.
4. Cuando las dos agujas de disección estén en la posición adecuada, tire de ellas poco a poco en sentido opuesto, extrayendo del cuerpo las glándulas salivales, que llevan consigo otras estructuras (Fig. 2).



FIG. 2

5. Observe las glándulas salivales de menor aumento, teniendo cuidado de no confundirlas con los cuerpos grasos adheridos a ellos, las glándulas salivales parecen bolsas lustrosas.
6. Pase las glándulas a otro portaobjetos donde se ha colocado previamente una gota del colorante aceto-orceína y dejarlo en el colorante durante diez minutos.
7. Elimine el exceso de solución del colorante con papel filtro.
8. Colocar un cubreobjetos sobre las glándulas salivales y presionar ligera o continuamente con la goma de un lápiz con un movimiento de rotación, hasta aplastarlas, absorbiendo nuevamente el exceso de colorante con papel filtro.

9. Observe el microscopio su preparación y en caso de observar células suficientemente claras y con los brazos cromosómicos extendidos, selle los bordes con barniz de uñas transparente, esto permitirá almacenar la preparación hasta por un año.
10. Observar a mayor aumento, busque las bandas en los cromosomas y haga inicialmente dibujos de los extremos de los cromosomas, y trate de detectar los ensanchamientos y bandas diferentes. También compare los cromosomas observados con los que se ilustran en los libros.

5.3.4.6 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE. CUESTIONARIO.

1. ¿Porqué es tan difícil la observación de cromosomas en la mayoría de las células vivas?.
2. ¿Cómo están dispuestas las bandas en los cromosomas observados y porqué no son iguales?.
3. Qué importancia tuvo para la genética la observación de éstos cromosomas a partir de los estudios de Bridges.
4. ¿Porqué es tan utilizada por los genetistas la *Drosophila* en sus experimentos?.

5.3.4.7 INVESTIGUE EN LA BIBLIOGRAFIA QUE SE LE PROPORCIONA PARA ESTE TEMA LA RESOLUCION DEL SIGUIENTE CUESTIONARIO:

1. ¿Que explica la Teoría cromosómica de la herencia y que científicos la propusieron?.
2. En que organismos se descubrieron los cromosomas sexuales, y éstos ¿en que se diferencian de los autosomas?.

3. ¿Qué genetista descubrió experimentalmente la herencia ligada al sexo y en que consiste ésta?
4. ¿Qué son los mapas cromosómicos y que utilidad tienen?
5. ¿Cuáles son las mutaciones más características que se han provocado experimentalmente en la *Drosophila*?

5.3.4.8 AUTOEVALUACION

CONTESTE BREVEMENTE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

1. Defina que es un cromosoma.
2. ¿Que son los cromosomas politénicos y en que estructuras de las larvas de *Drosophila sp* se les encuentran?
3. ¿Cómo se logran desprender las glándulas salivales de las larvas?
4. ¿Con que colorante se observan los cromosomas gigantes?
5. Según su criterio, ¿qué importancia tiene la observancia de estos cromosomas?

5.3.5 HERENCIA DEL SEXO: LIGADA, LIMITADA E INFLUIDA.

5.3.5.1 ANTECEDENTES.

Cuando se descubrieron los cromosomas sexuales X y Y el determinismo del sexo, los investigadores consideraron que otros genes se encontraban en dichos cromosomas, sobre todo en el X, el primer carácter fue descubierto en 1906 por Doncaster en la mariposa nocturna del Género *Abaxas*, y la pri-

mera evidencia experimental amplia, de herencia ligada al sexo, la realizó en 1910 Thomas Hunt Morgan, con el descubrimiento de un mutante macho de ojos blancos en *Drosophila* sp. el que cruzó con varias hembras de ojos rojos, las moscas en F_1 , fueron todas de ojos rojos, al cruzar éstas, obtuvo en F_2 moscas de ojos rojos y de ojos blancos en proporción fenotípica de 3-1 respectivamente, donde todas las moscas de ojos blancos era machos, asociando Morgan éste gene con el cromosoma X. También se ha visto la herencia ligada al sexo en vegetales como la palma datilera y el clavel - del G \acute{e} n. *Melandrium* y en animales como el ratón, aves, gatos y desde luego en la especie humana.

5.3.5.2 LA HERENCIA LIGADA AL SEXO EN LA ESPECIE HUMANA.

La herencia ligada al sexo se ocupa del estudio de aquellos genes que se encuentran ligados con el cromosoma "X" o con el cromosoma "Y".

Genes ligados en el cromosoma "X". Entre estos genes están los que causan la hemofilia, la distrofia muscular, ceguera nocturna congénita, ceguera al color, atrofia del nervio óptico, ictiosis (una condición áspera y escamosa de la piel), hipogammaglobulinemia (incapacidad para producir en la sangre suficiente gammaglobulina con la consecuente deficiencia de anticuerpos con

tra las infecciones bacterianas), diabetes insípida y deficiencia de la enzima de la deshidrogenasa de la glucosa -6- fosfato - lo que ocasiona anemia al comer habas o - sulfanilamida y otras drogas.

La hemofilia, o "enfermedad hemorrágica", - que por muchos años ha afectado a las familias reales de Europa, se caracteriza porque las personas que la padecen llegan a - tener grandes hemorragias, aún con heridas pequeñas. El tiempo que tarda su sangre en coagular le lleva entre 30 minutos y muchas horas. Una persona normal lo hace entre 2 y 8 minutos.

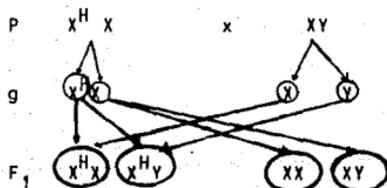
Si un hombre afectado por la hemofilia alcanza la edad adulta y se casa, sus hijos serán sanos, pero los nietos varones que procedan de sus hijas serán probablemente hemofílicos.

La explicación del comportamiento hereditario que se acaba de describir radica en que el gene de la hemofilia se encuentra en el cromosoma sexual X. El alelo correspondiente específica a la elaboración de una proteína del plasma que es necesaria para la coagulación de la sangre, esta es la sustancia VIII, la globulina antihemofílica. - Así pues, si una mujer presenta un gene de la hemofilia y otro para ser normal (que forma la globulina antihemofílica) se dice que es una mujer portadora, pero normal - ($X^H X$). La mujer es hemofílica solo cuando

en ambos cromosomas lleva el gene para la hemofilia (x^Hx). Sin embargo, en el varón es suficiente que lleve uno de los genes de la homofilia (x^Hy) para que la enfermedad se exprese, ya que el cromosoma "Y" no lleva el alelo correspondiente. La probabilidad de que un varon sea hemofílico es de una en 10,000 y para una mujer es solo de una en 100,000 000.

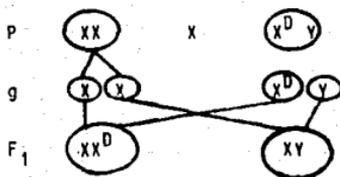
Por el patrón de herencia, se dice que la herencia ligada al sexo es dominante en el hombre y recesiva en la mujer, ya que en esta última se requiere que estén presentes los dos alelos para que la enfermedad se exprese (x^Hx^H) y en el hombre hasta un solo alelo (x^Hy).

Ejemplo (1). Una mujer normal cuyo padre era hemofílico se casa con un hombre normal, ¿Cuál es la probabilidad de que sus hijos sean hemofílicos?.



Si el infante que nace es una niña tiene 100% de probabilidades de ser sana y si es niño, tiene 50% de probabilidad de ser hemofílico.

Ejemplo (2). La distrofia muscular seudohipertrófica se expresa hasta después de los 6 años de edad. Se caracteriza por un hinchamiento de los músculos que se continúa por una demacración de los mismos y al llegar a los 12 años los niños prácticamente son solo piel y huesos. Generalmente, mueren antes de llegar a la edad adulta. Si uno de estos individuos logra alcanzar la edad adulta y se casa, con una mujer sana ¿Cuál es la probabilidad de que sus hijos tengan distrofia muscular seudohipertrófica?.



Todos los hijos, mujeres y varones, serán sanos, sin embargo las mujeres (portadoras) transmitirán posiblemente el gene de la distrofia muscular seudohipertrófica a la descendencia.

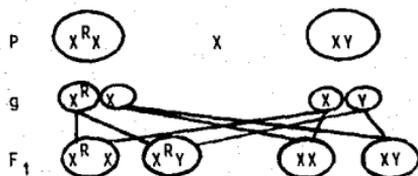
5.3.5.3 GENES DOMINANTES LIGADOS AL CROMOSOMA X.

Este tipo de herencia se parece al que recién describió, ya que los genes van ligados también al cromosoma X, sin embargo, en este tipo de herencia los genes son dominantes. Esto hace que las mujeres lo ex-

presen con mayor frecuencia que los hombres pues tienen dos cromosomas X y cualquiera de ellos puede llevar el gene y expresarlo. Este tipo de herencia puede distinguirse porque un padre afectado transmitirá el rasgo a todas las hijas y a ninguno de los hijos.

Se desconocen pocos de estos genes, ya que la mayoría de las mutaciones originan genes recesivos y solo en algunos casos las mutaciones pueden originar genes dominantes. Este es el caso del gene que ocasiona esmalte deficiente de los dientes (se desgastan con suma facilidad los dientes y sobresalen solo algunas puntas en las encías) el raquitismo resistente a la vitamina D y sangre del tipo X_g .

Ejemplo (1). Una mujer que padece raquitismo resistente a la vitamina D (cuyo padre fué un hombre sano), se casa con un hombre sano. ¿Cuál es la probabilidad que sus hijos sean sanos?.



Cada hijo que nace, sean niño o niña, tiene 50% de probabilidad de tener raquitismo resistente a la vitamina D.

5.3.5.4 GENES LIGADOS AL CROMOSOMA Y.

El corto cromosoma Y que determina el sexo en el hombre presenta algunos genes que van ligados a el (genes holándricos). Aún, cuando pocos genes de este tipo han sido - estudiados y comprobados, se ha visto que la hipertrichosis (presencia de largos vellos en el pabellón de la oreja) pasa del padre a todos los hijos varones, como es de esperarse de los genes que van ligados al cromosoma Y).

HERENCIA LIMITADA A UN SEXO.

Muchas de las diferencias sexuales entre los individuos son debidas a los genes limitados a un solo sexo. Si bien, estos genes se expresan en uno de los sexos únicamente, están presentes en ambos. Las características sexuales secundarias están definidas por las hormonas, la progesterona y la foliculina promueven el desarrollo de los senos en la mujer y la testosterona en el hombre engruesa la voz y hace crecer la - barba. En realidad, las hormonas sexuales femeninas y masculinas están en los dos sexos, pero el predominio de las hormonas - masculinas, que se producen en los testículos y en la corteza suprarrenal, determinan la expresión propia de los caracteres sexuales secundarios (voz, barba, vello - en el pubis, estructura corporal etc). - mientras que las hormonas sexuales femeninas (producidas en los ovarios o en la cor

teza suprarrenal) que predominan en la mujer el agrandamiento de los senos, la voz delgada, etc.).

En algunos casos (raros) la alteración del equilibrio hormonal puede ocasionar que la mujer presente barba y vello en el cuerpo, y el hombre desarrollo de los senos.

Otros organismos que tienen genes limitados a un sexo son los bovinos. La producción de leche está limitada en la hembra, aunque el toro es portador de genes para producir leche que transmite a su descendencia. El potencial genético lo posee el toro, pero no al sexo apropiado para su expresión. Otro carácter limitado al sexo está en el plumaje de las aves, de varias especies. El plumaje brillante del faisán y el pavo real machos contrasta con el plumaje poco atractivo de las hembras.

5.3.5.5 HERENCIA INFLUIDA AL SEXO.

En este tipo de herencia los caracteres se presentan tanto en el hombre como en la mujer. Estos genes pueden encontrarse en cualquiera de los autosomas o en las porciones homólogas de los cromosomas sexuales.

Entre los rasgos que se expresan más en el hombre están: el labio leporino, el paladar hendido, la gota, el dedo índice más corto que el anular (Fig. 17), mechón de pelo blanco y la calvicie.

Se piensa que estos caracteres son dominantes en el hombre y recesivos en la mujer. En el hombre basta con que lleve un alelo para que la característica se exprese. La mujer debe llevar los dos alelos.

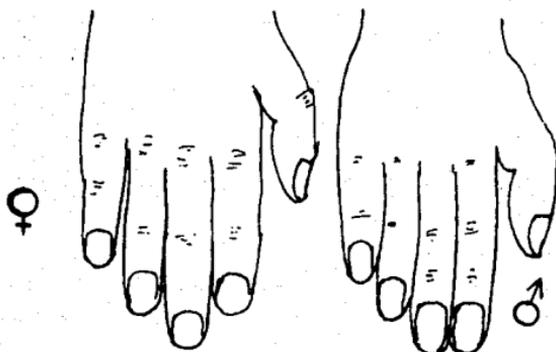
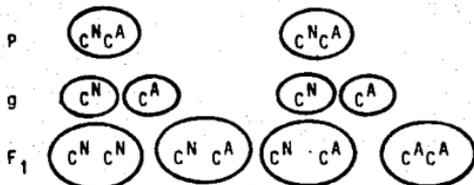


FIG. 17.-La relación entre la longitud del dedo índice con el anular es herencia influida al sexo. Parece ser que el dedo índice corto es debido a la acción de un gene que es dominante en el hombre y recesivo en la mujer.

En la mujer son mas comunes la anencefalia (ausencia del cerebro) y la espina bifida (columna vertebral hendida), basta que la mujer lleve uno de estos genes para que el rasgo se exprese, mientras que el hombre requiere de los dos alelos.

Ejemplo (1). Una mujer normal cuya madre fue calva (C^{AcA}) se casa con un hombre -

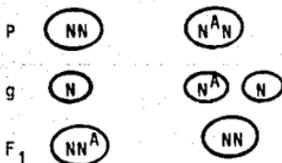
calvo, que probabilidad tienen los hijos de ser calvos?.



Si el niño que nace es un varón tiene 75% de probabilidades de ser calvo: C^NC^A C^NC^A C^AC^A .

Si el infante es una niña tiene 25% de probabilidades de ser calva: C^AC^A .

Ejemplo (2) En un matrimonio nace una niña con anencefalia en el primer embarazo. En su segundo embarazo la madre por amniocentesis sabe que su próximo niño es un varón. ¿Que probabilidad tiene el niño de presentar anencefalia? ¿Cuál de los progenitores es el que transmite el rasgo?.



Si el próximo niño es varón sera sano. Si es niña tiene 50% de probabilidad de presentar anencefalia.

El progenitor masculino es quién lo porta en forma recesiva.

5.3.5.6 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE.

RESPONDA EL SIGUIENTE CUESTIONARIO.

1. ¿Cuál es la herencia ligada al sexo?.
2. Señale 6 ejemplos de genes que vayan ligados al cromosoma X.
3. ¿Qué es la hemofilia?.
4. ¿Cuáles son los genotipos que usaría para presentar a:
 - a) Una mujer con ICTIOSIS
 - b) Una mujer normal pero portadora de ICTIOSIS
 - c) Una mujer normal (no portadora)
 - d) Un hombre normal
 - e) Un hombre con ICTIOSIS
5. ¿Porqué los genes ligados al cromosoma sexual (X) son domi nantes en el hombre y recesivos en la mujer?.
6. ¿Cuál es la herencia dictada por genes dominantes ligados - al cromosoma "X"?
7. ¿Porqué los genes dominantes ligados al cromosoma "X" apa- recen mas en las mujeres que en los hombres?.
8. Explique porqué después de varias generaciones todos los - hijos varones presentan vellos en el pabellón de la oreja.
9. Explique en que consiste la herencia limitada a un sexo.
10. Explique porqué a una mujer le puede salir barba y vello - el cuerpo.
11. Explique cual es la herencia influida al sexo.
12. Cite algunos rasgos de herencia al sexo que se expresen - mas en el hombre que en las mujeres.
13. ¿Porqué es mayor la frecuencia de individuos varones con - enfermedad de la gota que mujeres?.

14. Cite algunos ejemplos de genes influenciados al sexo que sean más frecuentes en las mujeres que en los hombres
15. De la pregunta anterior ¿Como explicarías a la mayor frecuencia de esos genes en las mujeres que en los hombres.

5.3.5.7 AUTOEVALUACION.

INDIQUE EN EL PARENTESIS LA OPCION CORRECTA.

1. ¿Cuál de los siguientes genotipos representa a una mujer normal pero portadora de ceguera al color.
 a ($X^D X$) b ($X^D X^D$) c ($X^D Y$) d (XX) e (XY) ()
2. La mujer de la pregunta anterior se casa con un hombre con ceguera al color. El primer niño es un varón. ¿Que probabilidad tiene de no presentar ceguera al color?
 a (NINGUNA) b (25%) c (50%) d (75%) e (100%). ()
3. En la cruce planteada en la pregunta anterior, si el segundo hijo es una niña ¿Qué probabilidad tiene de presentar ceguera al color? ()
4. Todas las hijas de un matrimonio presentan esmalte deficiente de los dientes, mientras que todos los hijos varones son normales ¿CUál es el genotipo de los progenitores?
 a ($X^E X$ x XY) b ($X^E X^E$ x XY) c ($X^E X$ x $X^E Y$) d (XX x XY)
 e (XX x $X^E Y$).
5. Entre los gatos domésticos el color puede ser negro, amarillo y carey (amarillo y negro). Las hembras y los machos pueden ser amarillos o negros, pero únicamente las hembras son carey. ¿Cuál es el fenotipo mas probable de los progenitores, si en la descendencia la mitad son hembras carey y la otra mitad machos de color negro?. Considera los siguientes genotipos:

	HEMBRAS	MACHOS
NEGRO	$C^N C^N$	$C^N Y$
CAREY	$C^N C^A$	---
AMARILLO	$C^A C^A$	

- a (HEMBRA NEGRA X MACHO AMARILLO)
- b (HEMBRA CAREY X MACHO NEGRO)
- c (HEMBRA AMARILLA X MACHO AMARILLO)
- d (HEMBRA CAREY X MACHO AMARILLO)
- e (HEMBRA AMARILLA X MACHO NEGRO)

6. A principios del siglo VIII nació el inglés Eduardo Lambert, de piel áspera y gruesa como una corteza que mudaba periódicamente y con vellos como púas, que hicieron que le apodaran el "Hombre puerco-espín". Tuvo 6 hijos varones y todos heredaron el mismo rasgo que se mantuvo pasando de padre a hijo durante cuatro generaciones. Ninguna de las hijas presentó el carácter. Considera que este es un tipo de herencia debido a:

- a) Un gene dominante ligado al cromosoma X
- b) Un gene que ocupa un locus en un autosoma
- c) Un gene ligado al cromosoma Y
- d) Un gene que es dominante en los hombres y recesivo en las mujeres.

7. El plumaje vistoso de los gallos domésticos está limitado al sexo masculino. Puede haber gallos de plumaje vistoso y otros de plumaje poco atractivo, como es el caso de las gallinas. El plumaje vistoso de los gallos se expresa solamente cuando el gen h está en condición homocigota. Si se cruza un gallo de plumaje vistoso con una gallina de genotipo Hh , ¿Qué probabilidad hay de que los pollos tengan plumaje vistoso?.

- a (NINGUNA) b (25%) c (50%) d (75%) e (100%) ()
8. Un hombre con gota (cuyo padre fué sano) se casa con una mujer sana cuya madre tiene gota. ¿Oue probabilidad hay de que los hijos varones hereden la gota? ()
- a (NINGUNA) b (25%) c (50%) d (75%) e (100%).
9. Para el problema anterior, cual es la probabilidad para las hijas? ()
- a (NINGUNA) b (25%) c (50%) d (75%) e (100%).
10. En un matrimonio los primeros dos hijos varones fueron sanos y el tercero fué una niña sana y el cuarto fué una niña con espina bífida. ¿Cuál es el genotipo probable de los progenitores. ()
- a ($N^B B$ x NN) b (NN x $N^B N$) c ($N^B N^B$ x $N^B N$)
- d ($N^B N$ x $N^B N^B$) e ($N^B N$ x $N^B N$)

5.4. APLICACION DE LA GENETICA.

Las aplicaciones prácticas de los principios de la herencia, han tenido gran éxito por lo beneficios tan grandes que han reportado a la humanidad, ya que sus conocimientos se han aplicado en muchas actividades, principalmente en agricultura, ganadería, en la floricultura, en la medicina e industrias biomédicas, etc., gracias a las aplicaciones de los conocimientos de la genética desde los guisantes de Mendel a la genética molecular.

La genética aplicada posibilita la alteración de la herencia de los organismos para adaptarlos a condiciones particulares del ambiente y mejorar los rasgos que pueden ser útiles. Hay dos enfoques de la -

génética aplicada:

La genética clásica aplicada que incluye la crianza controlada de organismos con los rasgos deseados, por ejemplo las gallinas que ponen un mayor número de huevos, son seleccionados con fines de crianza.

La genética molecular aplicada que emplea la Ingeniería Genética y la Biotecnología, para alterar artificialmente el material genético y crear nuevas combinaciones de genes.

En la agricultura se ha mejorado el desarrollo de las plantas para contribuir en la solución de una creciente demanda de alimento para la población humana, se han seleccionado plantas más resistentes a enfermedades y plagas, así como se han logrado plantas más vigorosas y productivas, con características deseables para su recolección, reparación y preservación de alimentos.

En zonas agrícolas se ha mejorado las semillas de maíz, trigo, arroz, así también se han mejorado las hortalizas, frutos y alimentos para el ganado, como la alfalfa vernal, igualmente se han mejorado y seleccionado plantas en floricultura y las productoras de madera.

En cuanto a la ganadería, ya desde la prehistoria se seleccionaron los animales domesticables para el uso del hombre y posteriormente vino el zomejoramiento hasta nuestros días del ganado vacuno, para la producción de carne y leche, así como su adaptación a lugares cálidos, actualmente sabemos que en la Facultad de Veterinaria y Zootécnica de la U.N.A.M., se

está trabajando con un producto de selección genética que son las llamadas minivacas que producen más - en menor espacio. También ha habido mejoramiento genético en caballos, borregos, aves de corral, perros y en muchos otros, en cuanto a características deseadas.

En relación a los beneficios en la especie humana - también han habido grandes éxitos y gran desarrollo ha tenido la Genética humana, se sabe ya desde Hipócrates (460 - 370 A.C.), padre de la medicina, se observó que los ojos estrábicos, la calvicie y epilepsia, aparecían en determinadas familias; Pierre Maupertuis, biólogo del siglo XVIII, estudió la polidactilia y el albinismo. Con los estudios de Mendel, se vió que sus principios era aplicables al hombre y - así tuvo un gran impulso la Genética humana desde la primera década del siglo actual hasta nuestros días, estudiándose problemas de enfermedades mentales y actualmente con los estudios de cromosomas humanos se ha logrado conocer que debido a anomalías cromosómicas, se presentan enfermedades como el cáncer, sordera hereditaria, cardiopatías, diabetes mellitus, la - fenilcetonuria, desordenes metabólicos, artritis, enfermedades degenerativas por la edad, deficiencias mentales, estados interseculares, síndrome genéticos los de Down, Turner, Klinefelter, Edwards (trisomía 18), Patau (trisomía 13), el 5 p- o Síndrome "du cri du chat" o maullido de gato, Crouzón, Apert, etc.

Gracias a los estudios de los árboles genealógicos - humanos (pedigré), tomados de las historias clínicas se ha estudiado la genética de poblaciones, que es muy compleja, y cuyos conocimientos se aplican en - Medicina. También ha adquirido relevancia la Dermato

glifia, rama de la Genética, cuyo objeto de estudio son los dermatoglifos, término propuesto en 1926 por el inglés Harold Cummins y que se refiere al estudio de las líneas dermopapilares y pliegues de flexión - palmar de las manos (por lo que se le llama la "quirromancia científica"), y de las plantas de los pies en la especie humana, al igual que en los primates y también en la región apical de la cola de algunos monos de América.

Los dermatoglifos no cambian desde el nacimiento y su conocimiento se aplica en genética humana, aparte en la evolución orgánica y en la identificación dactiloscópica.

La genética, desde principios de este siglo ha tenido espectaculares avances, sobre todo desde la década de los años cincuenta hasta hoy día, con un desarrollo meteórico en nuevos conocimientos y sus aplicaciones, solo comparable con los progresos alcanzados por la electrónica y la computación, por lo que acertadamente se dice que vivimos en la era de la genética, y con los nuevos descubrimientos de fines de los años setenta sobre la estructura molecular del DNA, de una doble hélice que se enrolla a la izquierda y cuyas hebras describen un zig-zag (ADN-Z o ADN-B), vendrán nuevos conocimientos sobre la actividad de los genes en las células. Ahora bien, también sabemos de los estudios sobre los genes móviles o transposones efectuados por Bárbara McClintock en el maíz, que le valieron la obtención del Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1983, y las aplicaciones sin duda alguna no serán lejanas, ampliando el horizonte de las posibilidades de la Ingeniería Genética y la Biotecnología, que permiten actualmente hacer funcion

nar un gen, ya sea de origen humano o animal, en microorganismos o cualquier otra célula, por lo que el interés médico o industrial es muy considerable ya que permitirá además, el diagnóstico de la mayoría de las enfermedades hereditarias.

5.4.1 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

RESPONDA AL SIGUIENTE CUESTIONARIO:

1. ¿Cuales son las principales actividades donde se aplican los conocimientos de Genética?.
2. ¿En general en que aspectos se ha beneficiado la agricultura?.
3. ¿Que logros se persiguen principalmente aplicando la Genética en el ganado vacuno?.
4. ¿Que ventajas se obtendrán de tener éxito los experimentos con minivacas?.
5. ¿A que se deben las anomalías conocidas como Síndrome de Down, Síndrome de Turner y Síndrome de Klinefelter y cuales son sus fórmulas cromosómicas?.

INVESTIGUE LAS SIGUIENTES CUESTIONES.

1. ¿Que tipo de ganado se ha introducido en las zonas cálidas de nuestro país.
2. Que tipo de maíz se utiliza para una mayor producción y que características tiene.
3. ¿Que tipos de estudios se realizan en los laboratorios de Genética Humana en los centros hospitalarios?.

5.4. 2 AUTOEVALUACION.

CONTESTE BREVEMENTE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

1. ¿Que es la Genética aplicada?.
2. ¿En que consiste la genética clásica aplicada?.
3. ¿Que es la genética molecular aplicada?.
4. ¿DÉ seis ejemplos de enfermedades ocasionadas por anomalías cromosómicas?.
5. ¿Cuáles son los principales objetivos de la aplicación de la genética aplicada en la agricultura?.
6. ¿Cuáles han sido los principales logros de la genética - aplicada en la ganadería y zootecnia?.
7. ¿Cuáles son los principales objetivos de la genética humana?.

G L O S A R I O

- ADN.** Acido desoxirribonucleico, material químico que constituye la porción que lleva la información hereditaria o gene.
- ADENINA.** Base nitrogenada (purina) localizada en el ADN y el ARN.
- ALBINISMO.** Ausencia de pigmento en la piel, pelo y ojos de un animal. Ausencia de clorofila en las plantas.
- ALCAPTONURIA.** Desorden metabólico heredado. Los alcaptonúricos excretan cantidades excesivas de ácido homogentísico (alcaptona) en la orina.
- ALELO (ALELOMORFO).** Uno de un par, o series alternativas de genes que pueden aparecer en un locus determinado en los cromosomas homólogos; una forma contrastante de un gene.
- ALELOS MULTIPLES.** Tres o mas genes alternativos que representan al mismo locus en un determinado par de cromosomas.
- AGLUTININA.** Anticuerpo en el plasma sanguíneo que provoca la aglutinación de las células hemáticas (eritrocitos) que transportan un aglutinógeno incompatible.
- AGLUTINOGENO.** Antígeno transportado en los glóbulos rojos, que reacciona con una aglutinina específica del plasma, la cual causa la aglutinación de las células. - Cuando se inyecta un antígeno especí-

	fico en el cuerpo de un animal estimula la producción del anticuerpo correspondiente.
AMINOACIDO.	Cualquier compuesto orgánico que contiene el grupo amino (NH_2), y al grupo carboxilo (COOH). Los aminoácidos son las unidades que constituyen a las proteínas.
AMNIOCENTESIS.	Obtención de fluido amniótico con una aguja fina.
ANDROGENO.	Substancia con actividad de hormona sexual masculina en los vertebrados.
ANEMIA.	Condición anormal caracterizada por palidez, debilidad y hasta la muerte. Resultante de una indeficiencia en la hemoglobina o en la cantidad de eritrocitos.
ANTICODON.	Triplete específico de tres nucleótidos complementarios de un codón.
ANTICUERPO.	Substancia de un tejido fluido del cuerpo que actúa en contra de una sustancia extraña.
ANTIGENO.	Substancia, generalmente una proteína, que estimula la producción de anticuerpos cuando es introducida en un organismo vivo.
ARN.	Acido nucléico localizado en el núcleo y el protoplasma. Hay tres tipos: ARN_m El ácido ribonucleico mensajero. ARN_t El ácido ribonucleico de transferencia (o soluble). ARN_r El ácido ribonucleico ribosomal.

ATROFIA.	Disminución en tamaño o inutilización de un tejido u órgano.
AUTOFECONDACION.	Cuando los gametos de un mismo individuo se fecundan entre sí.
AUTOSOMA.	Cualquier cromosoma que no es sexual.
BASE NITROGENADA.	Substancia cuyos pares de electrones no compartidos con el átomo de Nitrógeno pueden adquirir protones.
BRAQUIFALANGIA.	Condición de dedos cortos que parecen tener solo dos articulaciones. Provocada por un gene letal intermedio.
CELULAS SOMATICAS.	Se refieren a los tejidos del cuerpo. Tienen dos series de cromosomas (Diploides), una proviene del progenitor masculino y otra del progenitor femenino, en contraste con el tejido germinal, que origina a las células sexuales.
CELULA GERMINAL.	Célula reproductora que al madurar es capaz de ser fecundada y reproducir así a un organismo completo.
CLON.	Todos los individuos derivados de un individuo original sencillo por medio de propagación vegetativa.
CODON.	Tres nucleótidos del ADN que condicionan a un aminoácido o a la terminación de una cadena.
COENZIMA.	Substancia necesaria para la actividad de una enzima.
COLCHICINA.	Alcaloide derivado de <i>Colchicum autumnale</i> utilizado como agente para detener la formación del huso e interrumpir

- pir la mitosis.
- CROMATINA.** Substancia nuclear que se tiñe con los colorantes básicos y se incorpora en los cromosomas, llamadas así por la rapidez con que se tiñe con ciertos colorantes.
- CROMOMEROS.** Pequeños cuerpos descritos por Belling a los cuales identificó por su tamaño característico y arreglo lineal en los cromosomas.
- CROMOSOMAS.** Cuerpos nucleoproteínicos microscópicamente observables, se tiñen oscuramente con los colorantes básicos en la célula durante la división celular. Portan a los genes. Cada especie tiene un número cromosómico característico.
- CROMOSOMAS HOMOLOGOS.** Ocurren en pares y son similares en tamaño y en forma, uno proviene del progenitor masculino y otro del femenino.
- DIHIBRIDO.** Individuo que es heterocigótico con respecto a dos pares de alelos. El producto de un cruzamiento entre progenitores homocigóticos que difieren en dos aspectos.
- DIOICO.** Que es de un sexo, masculino o femenino.
- DIPLOIDE.** Organismo o célula con dos series de cromosomas, o dos genomios, los tejidos somáticos de las plantas superiores y de los animales son generalmente diploides en su constitución cromosó-

	mica.
DOMINANTE.	Aplicado a un miembro de un par alélico de genes el cual tiene la capacidad de manifestarse parcial o predominantemente sobre el otro miembro.
ENLACE (PUENTE) DE HIDROGENO.	Tipo de unión (enlace) eléctrico que se establece entre un átomo de hidrógeno y otro átomo.
ENLACE PEPTIDICO.	Es el enlace que mantiene unidos a los aminoácidos entre sí.
ENZIMA.	Proteína que acelera una reacción química específica en un sistema vivo.
ERITROCITOS.	Células rojas de la sangre.
ESTROGENO.	Hormona femenina o compuesto que produce el estro.
F ₁ .	Primera generación filial.
F ₂ .	Segunda generación filial.
FENOTIPO.	Características observables en un individuo.
GENETICA.	Ciencia que estudia la herencia.
GENE.	Unidad funcional de la herencia, unidad del ADN localizada en un lugar fijo del cromosoma.
GENE "HOLANDRICO".	Gene portado en el cromosoma "Y" y por tanto transmitido del padre a su hijo.
GENOTIPO.	Constitución genética, expresada y latente, de un organismo.
GLOBULINA.	Proteínas comunes encontradas en la sangre, que son insolubles en agua y solubles en soluciones salinas. En el

	suero sanguíneo humano pueden distinguirse las globulinas alfa, beta y gamma. Las gamma globulinas son importantes en el desarrollo de inmunidad a las enfermedades.
GLOBULINA ANTIHEMOPHILICA.	Globulina de la sangre que reduce el tiempo de coagulación de la sangre - hemofílica.
GUANINA.	Base nitrogenada (Purina) localizada en el ADN y el ARN.
HAPLOIDE.	Organismos o célula que tiene una serie de cromosomas (n).
HEMOFILIA.	Enfermedad hemorrágica; tendencia a sangrar a la menor herida; condición hereditaria de un gene ligado al sexo.
HEMOGLOBINA.	Compuesto proteínico (conjugado) contenido hierro, localizado en los eritrocitos de los vertebrados.
HERMAFRODITA.	Individuo con órganos reproductores - masculinos y femeninos.
HETEROCIGOTO.	Organismo con miembros diferentes de cualquier para determinado o serie de alelos, que consecuentemente produce distintos gametos.
HIBRIDO.	Progenie de progenitores homocigóticos que difieren en uno o mas genes.
HOMOCIGOTO.	Organismos cuyos cromosomas portan miembros idénticos de cualquier par de genes. Por tanto, los gametos son todos similares con respecto a este locus y los individuos serán de una línea pura.

LIGAMIENTO AL SEXO.	Asociación o ligamento de un carácter hereditario con el sexo. El gene está en un cromosoma sexual.
LIMITADO AL SEXO.	Expresión de un carácter solamente en un sexo. Ejemplos: Producción de leche, cuernos en las ovejas Rambouillet, producción de huevos.
LINEA PURA.	Una cepa de organismos comparativamente puros genéticamente (homocigotos) debido a la endogamia continua o a través de otros medios.
LISOZIMA.	Es una enzima que se encuentra en la clara de huevo, lágrimas y otras secreciones. Es responsable del rompimiento del polisacárido de la pared de algunas bacterias, por lo que es una medida de protección contra las infecciones.
LOCUS.	Posición fija de un gene en un cromosoma.
MEIOSIS.	Proceso en el cual el número cromosómico se reduce a la mitad del diploide ($2n$) o a un número somático; fuente importante de la variabilidad a través de la recombinación.
MITOSIS.	División celular en que primero se presenta una duplicación de los cromosomas y después su desplazamiento a los extremos y división del huso.
NUCLEOPROTEINA.	Proteína conjugada compuesta de ácido nucléico y proteína y que constituye a los cromosomas.

NUCLEOTIDO.	Unidad de molécula de ácido nucleico que contiene un fosfato, azúcar y una base.
ORTOFOSFATO.	Radical ácido que forma parte de los ácidos nucleicos uniendo entre sí dos moléculas consecutivas de ribososa o de desoxiribosa.
OVISTA.	Preformista que considera al óvulo, - mas que al espermatozoide, como portador del organismo completo pero en <u>miniatura</u> .
PENTOSA.	Los azúcares reciben el nombre dependiendo del número de átomos de carbono (penta, cinco) y la terminación - "osa".
PARTENOGENESIS.	Desarrollo de un individuo a partir - de un óvulo no fecundado.
POLIDACTILIA.	La ocurrencia de más del número normal de dedos.
PROTEINA.	Substancia formada por unidades de - aminoácidos. Puede ser de dos tipos: estructurales y funcionales.
RECESIVO.	Un miembro de un par de alelos que <u>carece</u> de capacidad para expresarse - cuando está presente el alelo dominante.
SEGREGACION INDEPENDIENTE.	Separación de los cromosomas paternos y maternos en la meiosis y la consecuente separación de alelos y sus diferencias fenotípicas, como se observa en la progenie.

SINAPSIS.

Conjunción o apareamiento de los cromosomas homólogos.

TIMINA.

Base pirimidica encontrada en el ADN. En el ARN es remplazada por Uracilo.

TRANSPOSONES.

(Genes móviles). Son genes que tienen la propiedad de moverse por sí mismos de un cromosoma a otro dentro de la misma célula, sin necesidad de enzimas.

URACILO.

Base pirimidica encontrada en el ARN pero no en el ADN.

VI. CONCLUSIONES

y

CONSIDERACIONES FINALES.

CONCLUSIONES:

Si bien, en ésta tesis se propone la presente estrategia metodológica para el tema de Genética del programa de Biología I, es factible que también pueda aplicarse a la totalidad del programa, así como al de Biología II, ya que es una metodología cognoscitiva adecuada y estimulante que facilita el logro de sus objetivos, con lo que el estudiante estará mas motivado por ser mas participativo, mas cuestionador, creativo y crítico, capaz de aplicar sus conocimientos en la posible solución de los problemas biológicos que vivimos actualmente, y ya que la Biología es la ciencia de la vida, mas vitalidad tendrán los conocimientos adquiridos mediante ésta metodología.

CONSIDERACIONES FINALES:

Se debe considerar, como inclusive Gagné lo ha manifestado, - que la variedad de situaciones que caracterizan al proceso de enseñanza-aprendizaje, hacen imposible que una estrategia tenga aplicabilidad general, y que los procedimientos sean los mismos, aunque la metodología que se aplique persiga que el alumno aprenda a aprender, y el maestro sea un orientador, - guía y educador, como lo son los objetivos educativos del Colegio de Ciencias y Humanidades, que adopta los principios de las estrategias actuales, conforme a las que no puede concebirse ya al alumno como un simple receptáculo de la cultura, sino como un ser capaz de captar por sí mismo el conocimiento y buscar sus aplicaciones.

La enseñanza de la Biología deberá buscar siempre un análisis sistemático de alternativas de enseñanza escogidas para llevar al máximo el aprendizaje conceptual por los estudiantes - y se tratará de mostrar como los nuevos logros de las teorías

del aprendizaje como la que aquí propongo, pueden guiar y apoyar de manera mas fecunda el diseño de la enseñanza, para facilitar al máximo el aprendizaje que permitan las aptitudes del alumnado.

Una metodología muy moderna es el llamado modelo cibernético, basado en la información y en el enfoque de sistemas, a manera de computadora, que ha dado pauta a la invención de máquinas para corregir exámenes o autocorregirse sin recurrir al maestro, como lo hizo desde 1926 Pressey, psicólogo de la Ohio State University, donde los maestros temieron ser desplazados por la máquina, en 1954 Skinner inventó otra superior a la anterior, popularizándose su invento y también creó la instrucción programada, que actualmente tiene dos formas: los libros programados y las máquinas de enseñar como son el cine, la radio, las grabadoras, la televisión, los videocassettes, las computadoras y otras, que en realidad no sustituyen a los maestros, sino les sirven de ayuda técnica como material audiovisual y complementario de la enseñanza.

Señalo lo anterior, en virtud de que el aprendizaje no es simplemente un proceso intelectual sino también emocional, y el maestro actúa como condicionador emocional. El principal papel del maestro es hacer atractivo el proceso de enseñanza-aprendizaje y reforzar el comportamiento adecuado del estudiante en la dirección deseada; por lo que es importante hacer notar que las máquinas de enseñanza han sido sumamente eficaces y han suplido con mucho éxito a los maestros, sin embargo, las máquinas no se pueden programar como condicionadoras emocionales, como lo son los maestros, ni como guías, ni como personas que dan consejos o motivan al estudiante, que les dan ánimo y entusiasmo para seguir adelante, por lo que difícilmente será suplantado por la frialdad de las diversas máquinas y la verdad es que mucha razón tiene Skinner, con quien estoy de acuerdo, en el hecho de que si un maestro no está preparado adecua

VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- a). BIBLIOGRAFIA BASICA ESPECIFICA PARA EL ALUMNO PARA LOS TEMAS 11. Y 1.2.
1. BUTRUILLE, A. QUIMICA DE LA VIDA. Parte I. 1ra. Edición, Ed-ANUIES, México, 1976, pp. 91 - 101.
 2. BUTRUILLE, A., QUIMICA DE LA VIDA. Parte II. 1ra. Edición Ed. ANUIES, México, 1976 pp. 19 - 31.
 3. CNEB; BIOLOGIA UNIDAD DIVERSIDAD Y CONTINUIDAD DE LOS SERES VIVOS. 2a. Edición, CECSA, México 1977 pp. 165 - 209.
 4. CNEB; CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LAS MOLECULAS AL HOMBRE, 1a. Edición, CECSA, México, 1973 pp. 287 - 320.
 5. GARDNER, E.J., PRINCIPIOS DE GENÉTICA, 2a. Edición LIMUSA WILLEY, México, 1971 pp. 37 - 54, 275 - 293.
 6. KIMBALL, J.W., BIOLOGIA CELULAR, 2a. Edición, Fondo Educativo Interamericano, México, 1982 pp. 206 - 224, 238-321.
 7. LEVINE, R.P., GENÉTICA, 2a. Edición CECSA, México, 1972 pp. 19 - 57.
 8. LOMA, J.L. DE LA., GENÉTICA GENERAL Y APLICADA, 3a. Edición UTHEA, México, 1963. pp. 22 - 62.
 9. RAMSEY, B.J., BIOLOGIA QUÍMICA, 1a. Edición, CECSA, México 1970 pp. 185 - 224.
 10. SMALLWOOD, W.L., Y GREEN, E.R., BIOLOGIA, 1a. Edición. Publicaciones Cultural, México, 1976, pp. 119 - 168.
 11. STANSFIELD, TEORÍA Y PROBLEMAS DE GENÉTICA, 1a. Edición Mc Graw Hill, Compendios Schaum, México 1973, pp. 1 -21, 185 209.
 12. VILLALOBOS, P.R., GENÉTICA 1a. Edición ANUIES, México, - 1972, pp. 7 - 14.

13. WINCHESTER, A.M., GENETICA UN ESTUDIO DE LOS PRINCIPIOS DE LA HERENCIA, 1a. Edición, CECSA, México, 1981, pp. - 49 - 84.
14. LA CELULA VIVA, 1ra. Edición. Selecciones de Scientific - American, Blume, España, 1969.
15. LA CLAVE GENETICA, 1a. Edición. Libros GT (44) Salvat-Editores, S.A. España 1974.

BIBLIOGRAFIA BASICA ESPECIFICA PARA LOS TEMAS 1.3 Y 1.4.

1. BOJORQUEZ, C.L., ANTOLOGIA DE BIOLOGIA 1a. Edición UNAM, MEXICO, 1973, pp. 59 - 71.
2. BOJORQUEZ, C.L., et al. "INVESTIGACIONES ESCOLARES EN BIOLOGIA", 1a. Edición UNAM, CCH., MEXICO 1972, pp. 13 - 14 40 - 44.
3. CNEB, BIOLOGIA, INTERACCION DE EXPERIMENTOS E IDEAS, ED. LIMUSA, MEXICO, 1974, pág. 258.
4. CNEB, BIOLOGIA: UNIDAD, DIVERSIDAD Y CONTINUIDAD DE LOS SERES VIVOS. 2a. EDICION CECSA MEXICO. 1973, pp. 673-716.
5. CNEB., CIENCIAS BIOLOGICAS, DE LAS MOLECULAS AL HOMBRE. - 1a. Edición CECSA MEXICO, 1973, pp. 470 - 530.
6. CNEB, TECNICAS PARA EL LABORATORIO DE BIOLOGIA, 1a. Edición Texto de Imagen, México, 1975 , pp. 64 - 65.
7. COLEGIO DE BIOLOGIA DE LA ENEP., PRACTICAS DE BIOLOGIA - V., 1a. Edición UNAM, México 1984, pp. 237 - 239, 250 - 251.
8. GAMBOA IVANHOE A., GENETICA HUMANA, Escuela de Medicina - Universidad de Puebla, México, 1985, pp. 185 - 189.
9. GARDNER E.J., PRINCIPIOS DE GENETICA, 2a. Edición LIMUSA WILLEY, México, 1971, pp. 13 - 32, 57 - 69, 83-100, 105-118, 179 - 197, 473 - 476.
10. GREEN, E.R. Y BOBROWSKY, K., LABORATORIO DE BIOLOGIA IN-

- VESTIGACIONES 1a. Edición Publicaciones Cultural, México 1970, 121, 195 - 196, pp. 207 - 212.
11. KIMBALL, J.W., BIOLOGIA CELULAR 2a. Edición, Fondo Educativo Interamericano, México, 1982, pp. 225 - 236.
 12. LEVINE, R.P., GENETICA 2a. Edición CECSA, México. 1972 - pp. 61 - 104.
 13. LOMA, J.L. DE LA., GENETICA GENERAL Y APLICADA 3a. Edición UTEHA, México, 1963, pp. 63 - 91, 121 - 150, 165-185.
 14. ONDARZA, RAUL N., BIOLOGIA MODERNA, Ed. TRILLAS, México - 1983, pp. 412.
 15. OTTO, JAMES H. Y TOWLE ALBERT. BIOLOGIA MODERNA, Ed. INTER americano macgran-HILL, MEXICO, 1988 pp. 130 - 131.
 16. SALCEDA, S. VICTOR M.Y GALLO A.J. GERENCIA DE DROSOPHILA. Tecnicas de Laboratorio, Ed. LIMUSA, México, 1984, pp. - 57 - 58.
 17. SMALWOOD, W.L. Y GREEN, E.R. BIOLOGIA 2a. Edición Publicaciones Cultural, México 1976, pp. 584 - 590.
 18. STANSFIELD, W.P., TEORIA Y PROBLEMAS DE GENETICA 1a. Edición McGRAN-HILL, Compedios SCHAUM, México, 1973, pp. 22-57, 73 - 103.
 19. VILLALOBOS, R., GENETICA. 1a. Edición, ANUIES, México, - 1972, pp. 15 - 27.
 20. WINCHESTER, A.M., GENETICA UN ESTUDIO DE LOS PRINCIPIOS DE LA HERENCIA, 1a. Edición CECSA, México, 1981, pp. 85-263.

*PARA CONSULTAR ACERCA DE LAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE EN EN LABORATORIO.

b). BIBLIOGRAFIA BASICA COMPLEMENTARIA PARA EL MAESTRO.

1. BECK, W.S., FISIOLOGIA MOLECULAR, CELULAR Y SISTEMATICA 1a. Edición Publicaciones Cultural, México 1977. pp. 86-122, 231 - 304.
2. DUBININ, N. Y GUBAREV. V., EL HILO DE LA VIDA, 1a. Edición Mir, URSS. 1972.
3. DUNN, L.C. Y DOBZHANSKY, TH. HERENCIA, RAZA Y SOCIEDAD - 1a. Edición Fondo de Cultura Económica Mexico 1971.
4. ESPINOSA F., MIRALLES, K. MIRO, F., MURILLO, M. CURSO DE BIOLOGIA, Serie A, Proyecto MT-62, Ed. Alhambra, España. 1985. pp. 32 - 34.
5. FALCONER, A.S., INTRODUCCION A LA GENETICA CUANTITATIVA 1a. Edición CECSA, México, 1981.
6. FREELAND, J.H. EL ADN: CLAVE DE LA VIDA 1a. Edición CONACYT México. 1981.
7. HELENE, CLAUDE., LAS ESTRUCTURAS DEL ADN., Rev. Mundo Científico. La Recherche, Versión en Castellano. La Genética y la Herencia. Ed. FONTALBA, S.A., España, Num. 38 - Vol. 4 Agosto 1984, pp. 742 - 743.
8. ROSTAND, J., EL CORREO DE UN BILOGO, 1a. Edición Alianza, España 1971. pp. 101 - 132.
9. ROSTAND, J., EL HOMBRE 3a. Edición Alianza, España 1970.
10. ROSTAND, J., EL HOMBRE Y LA VIDA 1a. Edición Fondo de Cultura Económica, México 1974.
11. TOLSTOSHEV, PAUL., Y LECOO, J.P. Rev. MUNDO CIENTIFICO, OP. CIT.
12. WATSON, J.D. LA DOBLE HELICE. 2a. Edición, CONACYT, México, 1981.
13. LA CLAVE GENETICA, 1a. Edición SALVAT, Libros GT. (44), México, 1974.

c) BIBLIOGRAFIA GENERAL DE ASPECTOS PEDAGOGICOS.

1. ARDILA, RUBEN., PSICOLOGIA DEL APRENDIZAJE, Ed. SIGLO XXI Eds. México, 1976, pp. 31 - 33, 201 - 209.
2. AUSUBEL, D.P., PSICOLOGIA EDUCATIVA, Un punto de vista - Cognoscitivo, Ed. TRILLAS, México, 1976.
3. C.N.E.B., BIOLOGIA, INTERACCION DE EXPERIMENTOS E IDEAS, Ed. LIMUSA, México, 1974, p. 258.
4. GAGNE, MILLS ROBERT., ESPECIFICACION DE OBJETIVOS DE LA EDUCACION, Ed. Guajardo, S.A. México, 1972, pp. 47, 55, 57.
5. GAGNE, MILLS ROBERT. PRINCIPIOS BASICOS DEL APRENDIZAJE, Ed. DIANA, México, 1975.
6. GAGNE, M. ROBERT Y BRIGGS., LA PLANIFICACION DE LA ENSEÑANZA, SUS PRINCIPIOS, Ed. TRILLAS, S.A., México, 1976, pp. 31 - 34.
7. GONZALEZ, R. MANUEL, HOMENAJE A GABINO BARREÑA, Ed. UNAM, p. 9.
8. HEREDIA, A. BERTHA, LA APLICACION DE LOS PRINCIPIOS DEL APRENDIZAJE EN LA PREPARACION DE UN CONTENIDO DIDACTICO. Revista Perfiles Educativos, Num. 3, C.I.S.E. UNAM., 1983 pp. 18 - 19.
9. MARQUEZ, D.V., EDUARDO, TEORIA DEL APRENDIZAJE, Colegio de Bachilleres, Modulo V, P.A.F.P., México, 1981, pp. 11 13, 18 - 28.
10. RIBES, IÑESTA EMILIO Y GALINDO, C. EDGAR, EL ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA CONDUCTA, Ed. S.E.P., México, 1974, pp. 9 - 10.
11. ROMO, M., Y GUTIERREZ HECTOR, LOS Matices DEL POSITIVISMO EN LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA, (1867 - 1964), - Perfiles Educativos, C.I.S.E. U.N.A.M., Num. 2, 1983, p. 3.

12. RUIZ, L. ESTELA. REFLEXIONES EN TORNO A LAS TEORIAS DEL APRENDIZAJE, IBID, pp. 32, 36 - 39, 43 - 44.
13. VELAZQUEZ, C. RAFAEL. METODOLOGIA DE LA ENSEÑANZA MEDIA SUPERIOR, Perfiles Educativos, C.I.S.E., U.N.A.M., NUM. 15 1982, pp. 39, 43 -44.
14. ZEA. LEOPOLDO., EL POSITIVISMO Y LA CIRCUNSTANCIA MEXICANA, Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1985, pp. 39 49, 55 - 57.