

Psicobiología

La Psicobiología surge a lo largo de la **segunda mitad** del **siglo XX** como resultado de la paulatina **integración** de los **conocimientos** aportados desde la **Psicología científica** en el estudio del **comportamiento** y los procedentes de la **Biología** en el campo de la **Evolución, la Genética, la Etología y la Neurociencia**.

1.1 Inicios de la psicobiología:

La psicobiología surge con el **conductismo** (corriente de la psicología del S.XX que se basa en la observación del **comportamiento o conducta** del ser que se estudia y que explica el mismo como un conjunto de relaciones entre **estímulos y respuestas**).

[Modelo E-R]

Esta corriente psicologista fue propuesta en 1913 por **John B. Watson**, entendiendo como objeto de estudio, la **conducta**, considerada un hecho positivo, objetivo, perceptible por los **sentidos**, **verificable** y susceptible de ser **cuantificado**.

Años más tarde, en 1917 Robert Woodworth propone el **[Modelo E-O-R]** (conjunto de relaciones entre estímulos, el organismo y las respuestas), en el que se apoya la psicobiología.

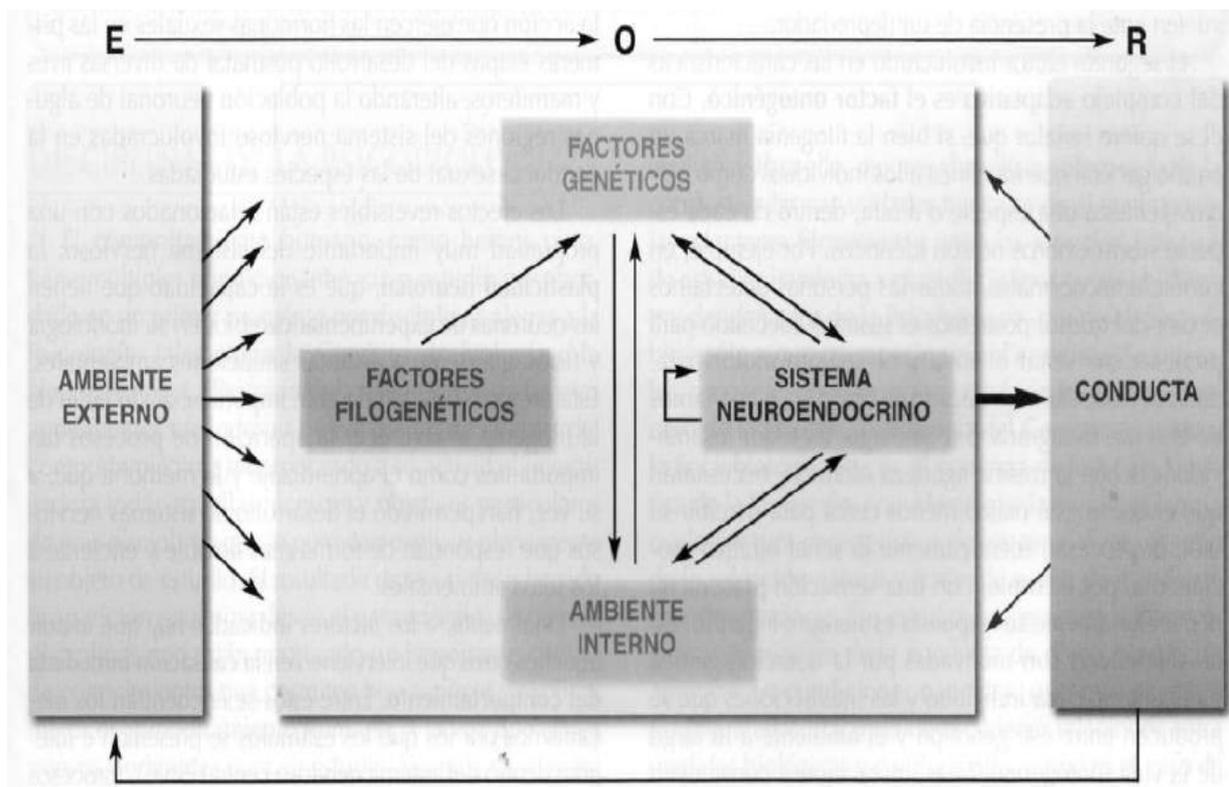


1.2 La conducta:

La **conducta** es una **propiedad biológica** que, como el resto de características de los seres vivos, ha sido **modelada por la selección natural**, es decir, es reflejo de la evolución y junto con los otros dos elementos del paradigma E-O-R, el estímulo y el organismo, forma lo que se denomina **complejo adaptativo***.

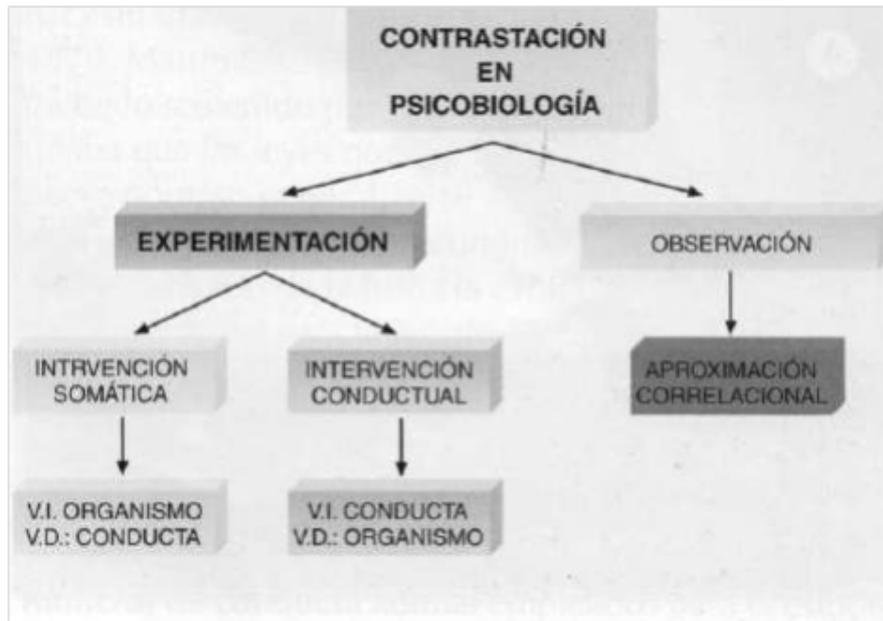
Las características de este complejo adaptativo varían entre las especies y en menor medida de unos individuos a otros, ya que dependen de dos factores. El primero de ellos es el filogenético y hace referencia a la historia evolutiva que ha experimentado la especie.

El segundo es el factor ontogénico y recoge las circunstancias en las que se ha desarrollado la vida del individuo desde el momento de su concepción.



1.3 Estrategias:

Un **estudio** se puede realizar de dos formas, mediante la **experimentación** o mediante la **observación**.



La **experimentación** consiste en el estudio de un fenómeno, reproducido generalmente en un laboratorio, en las condiciones particulares de estudio que interesan, eliminando o introduciendo aquellas variables que puedan influir en él.

Un experimento puede realizarse mediante distintos métodos;

- **Intervención conductual:** la conducta actúa como variable independiente y el organismo como variable dependiente. **[Manipulación del ambiente]**



Caja de Skinner

- **Intervención somática:** se toma a la conducta como variable dependiente siendo el organismo la variable independiente. **[Alteraciones sobre el organismo]**



Por otra parte, la **observación científica**, consiste en examinar directamente algún hecho o fenómeno según se presenta espontáneamente y naturalmente, teniendo un propósito expreso conforme a un plan determinado y recopilando los datos en una forma sistemática.

Uno de los métodos empleados en esta forma de estudio es la **aproximación correlacional**, entendida como la observación de covariaciones entre medidas biológicas y conductuales. Única forma posible de dar una explicación de la hipótesis de partida.

Cada **campo de la Psicología** emplea un determinado método que se ajusta a las necesidades del objeto de estudio.

Psicofisiología	Intervención conductual
Neuropsicología, Genética del comportamiento, Sociobiología y Etología	Aproximación correlacional
Psicología Fisiológica, Psicobiología del Desarrollo y Psicofarmacología	Intervención somática

1.4 Modelos animales:

La explicación del comportamiento humano se estudia en animales por motivos “éticos”. La validez de la utilización de modelos animales se debe a que los animales que habitan la Tierra están emparentados filogenéticamente [**Teoría Sintética de la Evolución**].

Según dicha **Teoría Sintética de la Evolución**, que dos especies realicen conductas similares, nos puede estar indicando que ambas **conductas** son **homólogas**, es decir, que no sólo es equivalente el resultado sino también los procesos y estructuras implicadas en esas conductas, debido a que son consecuencia de la **herencia compartida** de un **antepasado común**.

1.4.1 Técnicas:

La contrastación de las hipótesis sobre las bases biológicas de la conducta lleva aparejada la utilización de técnicas (diversas y numerosas en Psicobiología). Es evidente que los avances en los conocimientos son posibles gracias a las innovaciones técnicas.

Estos son los procedimientos utilizados con más frecuencia para estudiar el sistema nervioso, según las distintas estrategias de intervención que tienen como objetivo explicar la conducta:

-Lesión o estimulación:

La **lesión (o ablación) experimental** es uno de los métodos más antiguos utilizados en Neurociencia y está basado en el hecho de que la **destrucción** de una **zona del encéfalo altera** las **funciones** que esta zona controla y, en consecuencia, afecta a la **conducta**.

Hasta hace poco, el **daño cerebral** sólo podía **evaluarse** después de la **muerte** que en muchos casos tardaba años en producirse, lo que implicaba que la **reorganización**, como consecuencia de la **plasticidad neural**, podía haber **alterado** las **características** concretas del **daño cerebral**.

Actualmente la utilización de **técnicas de neuroimagen** permite analizar con precisión las **características de la lesión**.

Para este método se emplea un **aparato estereotáxico** que permite la **localización de las estructuras cerebrales** siguiendo las **coordenadas tridimensionales** dadas en un atlas **estereotáxico** para la colocación del electrodo o cánula que provocará la **lesión**, bien por **electrocoagulación** o mediante una **sustancia específica**.

Finalizada la intervención, se deja que el animal se recupere y se realizan las **observaciones conductuales** objeto de la investigación.

Un grupo de **animales control** es sometido al mismo procedimiento, menos a la lesión, con el fin de asegurar que los efectos conductuales observados son consecuencia de la lesión y no resultado del procedimiento quirúrgico, la anestesia o el daño producido en el tejido al introducir el electrodo.

Después se sacrifica al animal y se prepara el tejido cerebral mediante diversos **procedimientos histológicos*** para verificar la localización exacta de la lesión cerebral mediante la utilización del microscopio.

Mediante **enfriamiento** se consigue la **inactivación transitoria** de un determinado núcleo. Sin embargo, la producción de lesiones por **métodos mecánicos o eléctricos no es posible** cuando las **neuronas** se encuentran **dispersas** en amplias regiones del SNC, ya que no forman un núcleo compacto. En estos casos, es posible **lesionarlas** a través del empleo de **neurotoxinas** (6-hidroxidopamina destruye selectivamente neuronas catecolaminérgicas).

La **estimulación** persiguen producir **artificialmente cambios fisiológicos**, que ocurren de modo natural en el SN del animal, con el fin de obtener información acerca de las estructuras y mecanismos biológicos que pueden encontrarse involucrados en una determinada conducta.

La **activación neural** se realiza mediante la **estimulación eléctrica** (se realiza pasando una corriente a través de un electrodo) o **química** (mediante la inyección de sustancias a través de una cánula insertada en el encéfalo). La estimulación eléctrica se realiza pasando una corriente a través de un electrodo y la estimulación química mediante la inyección de sustancias a través de una cánula insertada en el encéfalo. La estimulación química, aunque más compleja técnicamente porque necesita un aparato fijado permanentemente al cráneo, tiene la ventaja de que puede realizarse mientras se observa la conducta del animal. En algunas ocasiones, la estimulación química se realiza sobre una sola neurona inyectando cantidades muy pequeñas de determinadas sustancias mediante micropipetas. En este procedimiento (denominado microiontoforesis), junto a la micropipeta, se inserta un microelectrodo que registra

La conducta implica la acción coordinada de diversos circuitos funcionales en los que se interconectan diferentes estructuras cerebrales, por lo que la lesión o estimulación de un área afecta a otras.

-Registro cerebral:

Los cambios eléctricos producidos durante la actividad neuronal pueden registrarse mediante **microelectrodos**, permitiendo el registro de neuronas individuales.

Para el registro de la actividad eléctrica se emplean **macroelectrodos** que registran la actividad de miles de neuronas de la zona donde se insertan.

Por otra parte, el funcionamiento neuronal implica un aumento de la actividad metabólica, medible mediante la técnica 2-DG.

Esta técnica consiste en la inyección de 2-DG con marcador radiactivo al animal sometido que realiza una determinada conducta objeto de investigación.

Tras esto, se sacrifica al animal, se extrae su encéfalo y se somete a una prueba de **autorradiografía***.

Otra técnica es la técnica inmunocitoquímica basado en las reacciones inmunitarias del organismo que también localiza las neuronas que sintetizan diferentes neuronas implicadas específicamente en la síntesis de un determinado neurotransmisor.

-Estudio del cerebro in vivo:

Para el estudio del cerebro humano en personas vivas se utilizan tanto **métodos de registro electrofisiológico** como técnicas que permiten su **visualización** y que se conocen en conjunto como **técnicas de neuroimagen**.

El **electroencefalograma (EEG)** es el procedimiento para **registrar la actividad eléctrica**

de **grandes regiones** del encéfalo humano. Dicho procedimiento fue descubierto por el neurólogo Hans Berger, quien observó que era posible registrar el **potencial eléctrico (PE)** cerebral mediante electrodos situados en el cuero cabelludo. Es útil como herramienta de investigación y diagnóstico en cuanto que ciertos patrones de ondas cerebrales se asocian con estados conductuales específicos y con algunas alteraciones neurológicas como la **epilepsia**.

El **registro encefalográfico** permite una buena resolución temporal (capacidad de registrar cambios rápidos de la actividad nerviosa) pero una deficiente resolución espacial (capacidad de detectar diferencias de localización espacial) ya que es difícil saber la zona de origen de una determinadas señal.

El **magnetoencefalograma (MEG)** representa otra forma de evaluación de la actividad eléctrica en diferentes zonas cerebrales ante la presentación de estímulos o la realización de determinadas tareas. Esta técnica mide sobre la superficie del cráneo los campos magnéticos producidos por la actividad eléctrica del cerebro, proporcionando la información sobre la **actividad eléctrica de las neuronas** y permitiendo una **localización tridimensional del grupo neuronal** que genera el campo medido.

La **tomografía axial computarizada (TAC)** consiste en pasar haces de rayos X siguiendo un plano horizontal del encéfalo en muchos ángulos diferentes permitiendo formar una imagen tridimensional del encéfalo. Sin embargo, esta técnica proporciona un **contraste deficiente** de la **sustancia blanca** (fibras) y **gris** (núcleos celulares) del encéfalo.

La **resonancia magnética nuclear (RMN)**. Su denominación se debe a que es una técnica que utiliza un imán de gran tamaño y se basa en el principio de que el núcleo de un átomo de hidrógeno, que se compone de un único protón, se comporta como un imán que gira.

Con esta técnica se obtienen imágenes en los tres planos del espacio y permite una buena resolución espacial, proporcionando **imágenes del encéfalo más precisas** que las obtenidas con TAC.

La **tomografía por emisión de positrones (TEP)** mide la **actividad metabólica** de las regiones cerebrales mediante el empleo de un **marcador radiactivo** unido a una sustancia que nuestro organismo utiliza y que se inyecta en el torrente sanguíneo a través del cual es transportado hasta el cerebro. La glucosa marcada se acumula con rapidez en áreas con mayor actividad metabólica y, a medida que se degrada, el marcador emite positrones que son detectados por el equipo de TEP. Esta técnica también permite medir la **densidad de receptores de neurotransmisores** y visualizar los sitios de acción de los fármacos.

La **resonancia magnética funcional (RMf)**, variante de la RMN, es otra alternativa para **visualizar la función encefálica** basándose en las diferencias en el metabolismo local.

Mediante este procedimiento se detecta el aumento del aporte de oxígeno en sangre en las regiones encefálicas más activas.

La resolución espacial es superior a otras técnicas de imágenes funcionales. Además utiliza las señales intrínsecas al encéfalo, sin radiactividad alguna, pudiendo inferir cambios funcionales atribuidos a zonas concretas del encéfalo y relacionarlos con procesos psicológicos cuando se superponen las imágenes producidas por RMN y por RMf.

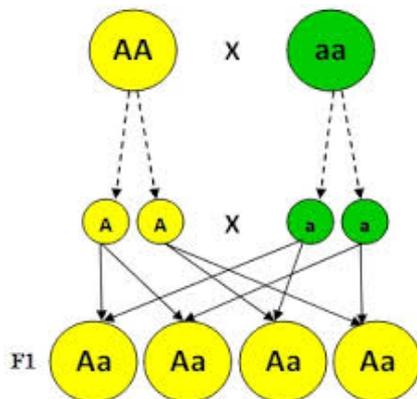
2. Genética

La Genética es la disciplina que estudia la transmisión, expresión y evolución de los genes, segmentos de ácido desoxirribonucleico (ADN), que controlan el funcionamiento, el desarrollo, el aspecto y la conducta de los organismos.

- ❖ Gregor Johann **Mendel** descubrió, por medio de los trabajos que llevó a cabo con diferentes variedades del guisante o arveja (*Pisum sativum*), las hoy llamadas **leyes de Mendel** que dieron origen a la **herencia genética**.

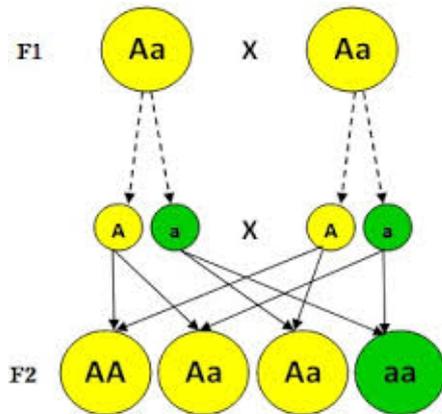
2.1 Leyes de Mendel:

1. **Primera ley; Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación.**



Cuando se cruzan dos variedades de individuos de raza pura para un carácter determinado, todos los individuos de la primera generación son iguales entre sí y, a su vez, iguales a uno de sus progenitores, que es el que tiene el alelo dominante.

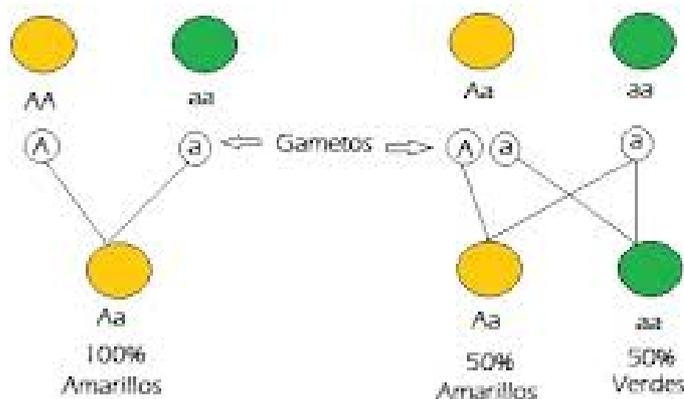
2. Segunda ley; Ley de la separación de los alelos que forman la pareja de alelomorfos.



Cuando se cruzan entre sí plantas de la primera generación, se obtienen semillas amarillas y verdes en proporción 3:1.

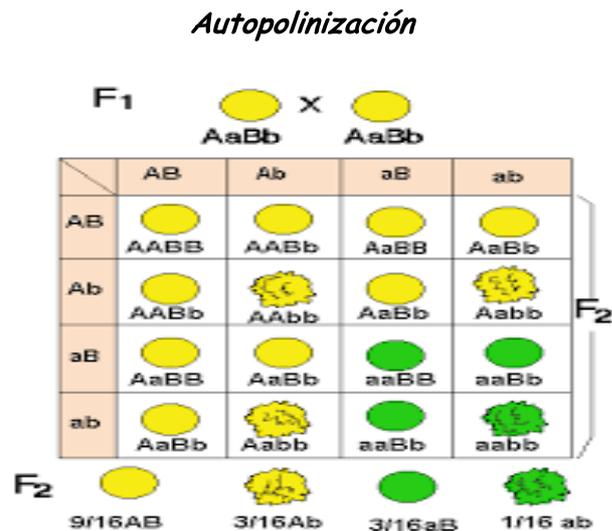
3. Retrocruzamiento o cruzamiento prueba.

Experimento adicional que se llevó a cabo para probar que los alelos están en pares y se separan en el momento en que se forman los gametos. Consistió en cruzar un genotipo desconocido, que muestra el carácter dominante, con el padre homocigótico recesivo, para de esta forma, conocer si el genotipo desconocido es homocigótico (un fenotipo) o heterocigótico (dos fenotipos).



4. Tercera ley; Ley de la herencia independiente de los caracteres.

Cuando se estudia la herencia considerando dos caracteres de manera simultánea, se observa que los alelos de un gen pueden transmitirse independientemente de los alelos de otro gen.



2.2 Fenómenos genéticos:

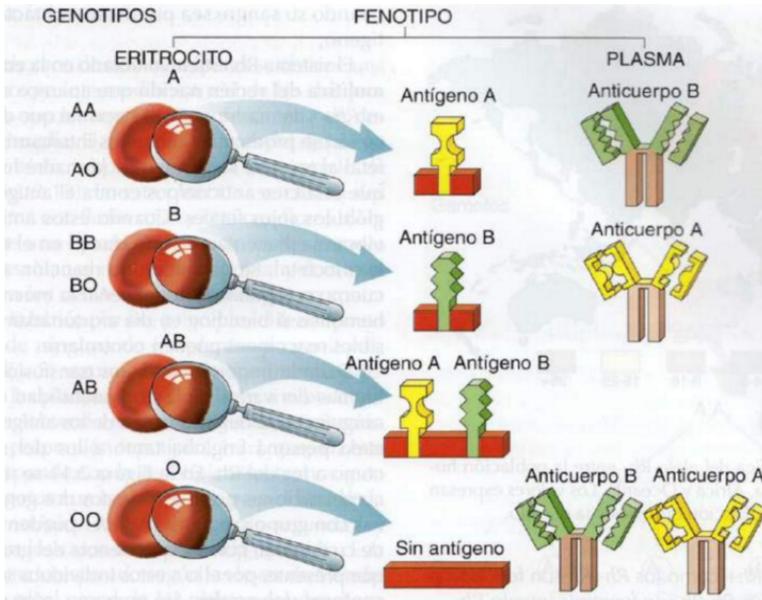
En algunos casos las Leyes de Mendel no son tan evidentes debido a diferentes fenómenos tales como:

- **Codominancia:**

La codominancia es aquel fenómeno en el que los híbridos manifiestan ambos fenotipos simultáneamente. **{Grupos sanguíneos}**

En la población humana existen 4 fenotipos distintos en relación con los grupos sanguíneos del sistema ABO. En 1940, el austriaco Karl Landsteiner descubrió que los grupos sanguíneos ABO están regulados por tres alelos (A,B,O) de los cuales A y B son codominantes y O es recesivo.

ALELO DE LA MADRE	ALELO DEL PADRE	GENOTIPO DEL HIJO	FENOTIPO DEL HIJO
A	A	AA	A
A	B	AB	AB
A	O	AO	A
B	A	AB	AB
B	B	BB	B
B	O	BO	B
O	O	OO	O



Cada alelo presenta uno (A,B), dos (AB) o ningún (0) antígeno en la membrana de sus **glóbulos rojos**.

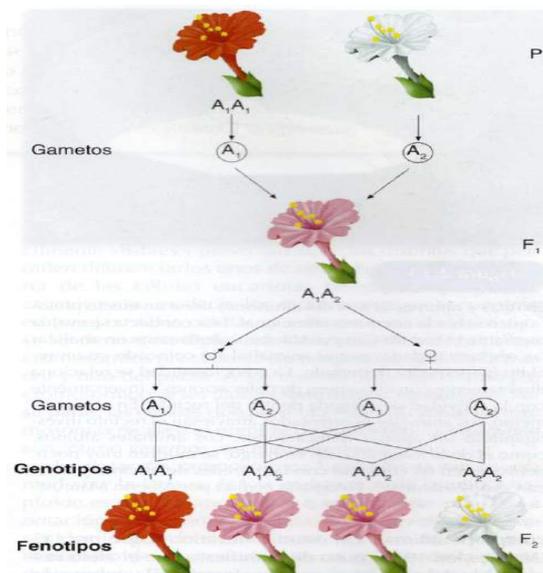
De esta forma, si una persona recibe una transfusión sanguínea de otra persona con un grupo sanguíneo incompatible con la persona receptora, se produciría una reacción antígeno-anticuerpo que ocasionará una aglutinación y la hemólisis de todos los glóbulos rojos de la persona receptora.

En el sistema RH, llamado de tal forma por su descubridor, Macacus Rhesus, se han descrito 8 fenotipos.

♂ \ ♀	A Rh+	B Rh+	O Rh+	A Rh-	B Rh-	O Rh-
A Rh+	AA Rh+Rh+ A Rh+	AB Rh+Rh+ AB Rh+	AO Rh+Rh+ A Rh+	AA Rh+Rh- A Rh+	AB Rh+Rh- AB Rh+	AO Rh+Rh- A Rh+
B Rh+	AB Rh+Rh+ AB Rh+	BB Rh+Rh+ B Rh+	BO Rh+Rh+ B Rh+	AB Rh+Rh- AB Rh+	BB Rh+Rh- B Rh+	BO Rh+Rh- B Rh+
O Rh+	AO Rh+Rh+ A Rh+	BO Rh+Rh+ B Rh+	OO Rh+Rh+ O Rh+	AO Rh+Rh- A Rh+	BO Rh+Rh- B Rh+	OO Rh+Rh- O Rh+
A Rh-	AA Rh+Rh- A Rh+	AB Rh+Rh- AB Rh+	AO Rh+Rh- A Rh+	AA Rh-Rh- A Rh-	AB Rh-Rh- AB Rh-	AO Rh-Rh- A Rh-
B Rh-	AB Rh+Rh- AB Rh+	BB Rh+Rh- B Rh+	BO Rh+Rh- B Rh+	AB Rh-Rh- AB Rh-	BB Rh-Rh- B Rh-	BO Rh-Rh- B Rh-
O Rh-	AO Rh+Rh- A Rh+	BO Rh+Rh- B Rh+	OO Rh+Rh- O Rh+	AO Rh-Rh- A Rh-	BO Rh-Rh- B Rh-	OO Rh-Rh- O Rh-

- **Dominancia intermedia:**

La dominancia intermedia es un fenómeno que se produce con en el cruce de dos líneas puras surge un fenotipo intermedio. **{Planta Dondiego de Noche}**



- **Pleiotropismo:**

El pleiotropismo es un fenómeno por el cual los genotipos afectan a más de un fenotipo.

{Albinismo en ratas y ratones}

En 1966 De Fries puso de manifiesto que el alelo responsable del albinismo afectaba no solo al color del animal sino al grado de emocionalidad del mismo.

De Fries observó que las ratas y los ratones albinos apenas se movían y que estos defecaban mucho a diferencia de las ratas y ratones pigmentados que se movían notablemente y no defecaban tanto.

De esta forma, De Fries intuyó que la pigmentación influye en la conducta emocional.

2.3 Teoría cromosómica de la herencia:

En 1842 Carl Nägeli descubrió gran parte de las características morfológicas de los genes (fragmentos de ADN que ocupan un determinado lugar en los cromosomas) y cómo les afectan los procesos de división celular.

En 1902, Walter Sutton y Theodor Boveri relacionaron las leyes mendelianas con los procesos que los cromosomas experimentan durante el proceso de división meiótica. De esta forma surge la teoría cromosómica de la herencia, que afirma que los genes están ordenados de forma lineal sobre los cromosomas ocupando un determinado lugar.

-Cromosomas sexuales:

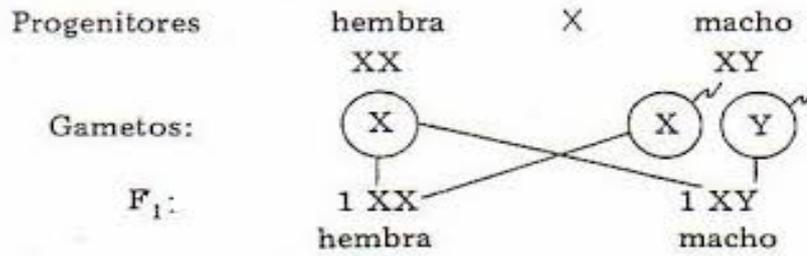
En los organismos diploides, existen dos juegos de cromosomas, es decir, los genes están duplicados.

La dotación cromosómica haploide se representa mediante la letra n mientras que la dotación cromosómica diploide, por tener dos juegos de cromosomas se representa $2n$.

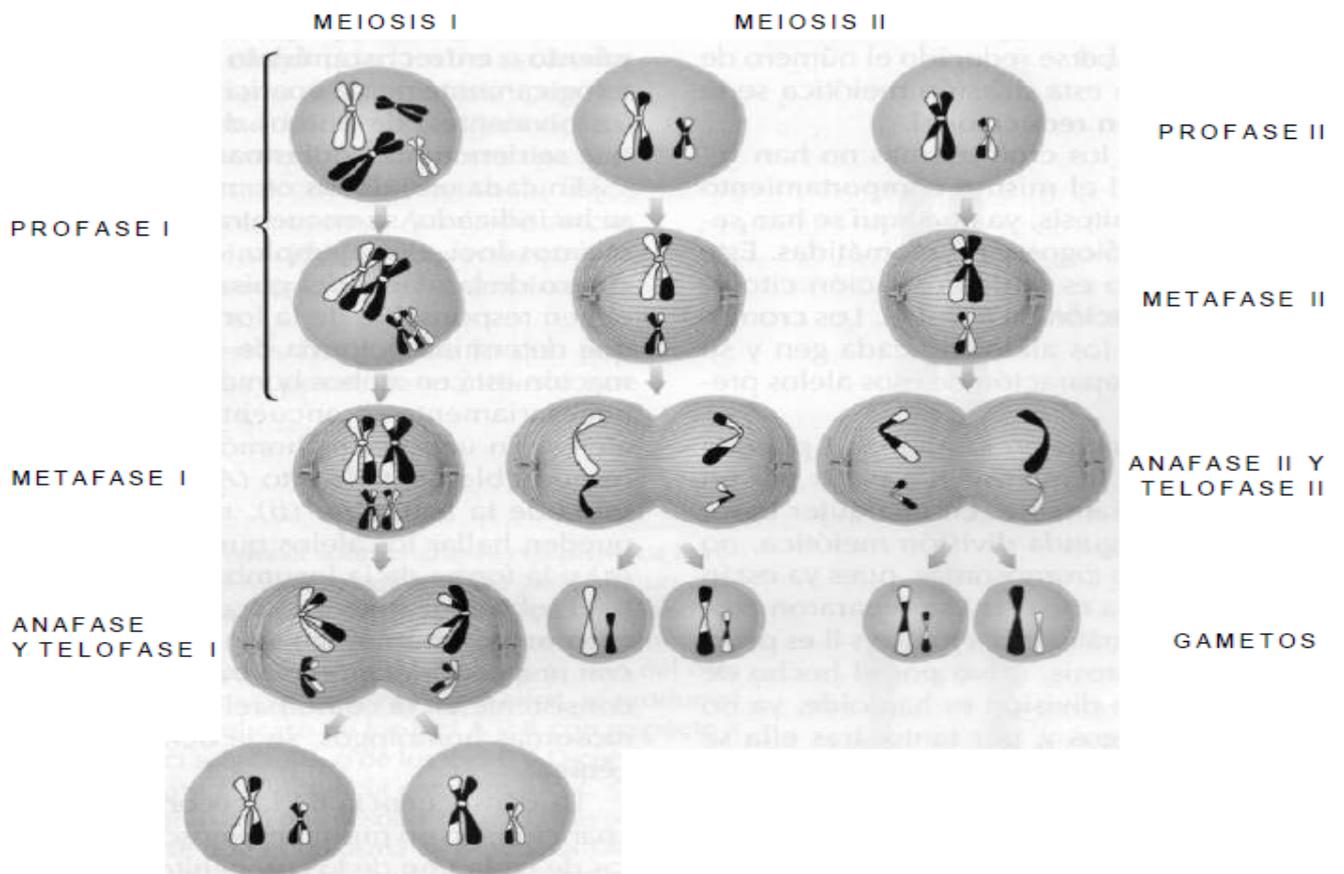
La especie humana presenta reproducción sexual, es decir, hay una pareja en la que los cromosomas que la forman difieren morfológicamente y en su constitución génica. Ésta presenta importantes ventajas de cara a la variabilidad genética.

Los varones sólo pueden tener una de las células posibles para los loci situados en los cromosomas sexuales, por lo que los varones presentan mayor incidencia de ciertas enfermedades relacionadas con los genes situados en el cromosoma X. **[Hemicigosis]**

Método XY de determinación del sexo



2.3.1 División celular:



1. Meiosis:

Proceso de división celular, propio de las células reproductoras, en el que se reduce a la mitad el número de cromosomas.

-**Fases** de la meiosis:

- **Meiosis I:**

1. **Profase I:** Los cromosomas homólogos se aparean dos a dos, de esta forma se produce el entrecruzamiento, donde tiene lugar la recombinación genética.
2. **Metafase I:** Los bivalentes se condensan al máximo y se sitúan en la placa ecuatorial.
3. **Anafase I:** Los cromosomas de los bivalentes se separan y emigran a cada polo.
4. **Telofase I:** Los cromosomas se sitúan en ambas partes de la célula, se desespiralizan y se produce la citocinesis (división del citoplasma) dando lugar a dos células hijas con n cromosomas.

- **Meiosis II.**

2. Mitosis

Proceso de reproducción de una célula que consiste, fundamentalmente, en la división longitudinal de los cromosomas y en la división del núcleo y del citoplasma; como resultado se constituyen dos células hijas con el mismo número de cromosomas y la misma información genética que la célula madre.

2.3.2 Tipos de transmisión génica:

Cuando, se habla de herencia monogénica, mientras que en la herencia poligénica intervienen varios genes.

1. Herencia monogénica:

Mendel estudió caracteres (denominados rasgo o caracteres mendelianos) cuya herencia es monogénica, es decir, los rasgos de un organismo están determinados por un único gen.

Por motivos éticos, no se realizan cruces experimentales en personas, por lo que la incidencia de un gen sobre determinados rasgos (normales o patológicos, físicos o conductuales) se estudian mediante la observación de **genealogías** o **pedigrís** (representación en la que se recogen mediante una serie de símbolos, las relaciones entre parentesco y la manifestación del rasgo estudiado del mayor número de miembros y generaciones de la familia).

Por otra parte, los patrones de transmisión de un carácter mendeliano dependen de dos factores.

-La colocación del **lugar que ocupa (locus)** el gen implicado en el cromosoma; que pueden ser:

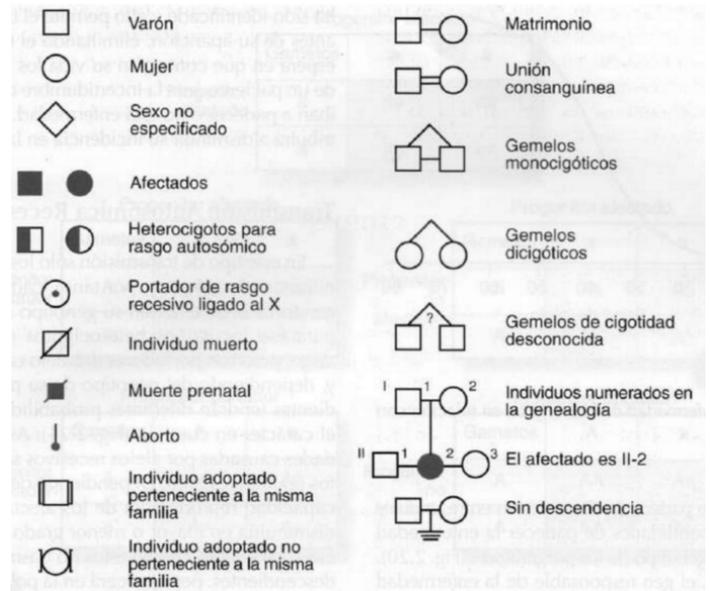
→ **Autosómica** (se produce con cualquier **cromosoma** que **no** sean los **sexuales**).

1. **Dominante:** tanto los homocigotos y los heterocigotos manifiestan el carácter. Un ejemplo es la enfermedad de Huntington.
2. **Recesiva:** tan solo los homocigotos manifiestan el carácter por lo que cada progenitor debe tener al menos un alelo para ese locus. Los heterocigotos no portan el alelo causante, sin embargo, puede transmitirse mediante un gen recesivo. Un ejemplo es la enfermedad de Tay-Sachs.

→ **Ligada a los cromosomas sexuales.**

El mayor número de trastornos asociados a los cromosomas sexuales suelen localizarse en el cromosomas X, normalmente de tipo recesivo.

Las variantes fenotípicas causadas por alelos recesivos situados en el cromosoma X, sólo se manifiestan en las mujeres cuando los alelos implicados están en homocigosis. Mientras que, en los hombres aparecen en el momento en el que los porta su único cromosoma X, ya que son hemigigóticos para todos los loci de estos cromosomas. Por ejemplo, la ceguera a los colores o daltonismo y la hemofilia.



2. Herencia poligénica

2.2.4 Naturaleza del material genético:

En **1869**, el suizo **Friedrich Miescher** aisló por primera vez una **molécula de desoxirribosa**.

Esta molécula resultó poseer todas las características necesarias (guardar información, duplicar dicha información y posibilitar la variabilidad genética) gracias a su estructura helicoidal, que más tarde, llevó a **James Watson y Francis Crick** a proponer el **modelo de doble hélice**, que permitió explicar las bases moleculares de la herencia biológica.

El ADN está formado por **secuencias de nucleótidos** que son sustancias compuestas por una molécula de ácido fosfórico, una de un hidrato de carbono (**ribosa o desoxirribosa**) y una de una **base nitrogenada (púrica o pirimidínica)**.

De esta forma, en el ADN estos **nucleótidos forman dos cadenas**, dispuestas en **espiral**, enroscadas una sobre otra formando una doble hélice.

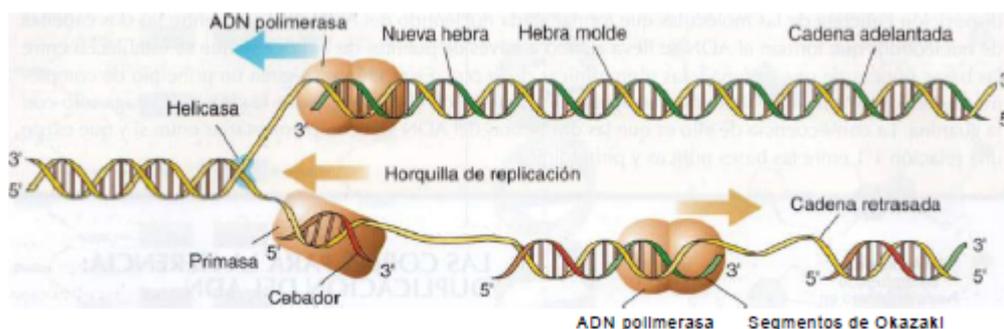
Dichas **cadenas son complementarias** entre sí ya que la adenina se aparea únicamente con la timina y la citosina con la guanina. **[Complementariedad]**.

- **Cadena semiconservativa:**

En 1958, Matthew Meselson y Franklin W. Stahl demostraron que la replicación es semiconservativa, es decir, las cadenas de ADN se separan, y cada una sirve de molde para una nueva. De esta forma, cada molécula hija tiene una cadena de molde intacta y una cadena recién replicada.

- **Replicación:**

El proceso de replicación de ADN es el mecanismo que permite al ADN duplicarse (es decir, sintetizar una copia idéntica). De esta manera de una molécula de ADN única, se obtienen dos o más "réplicas" de la primera.

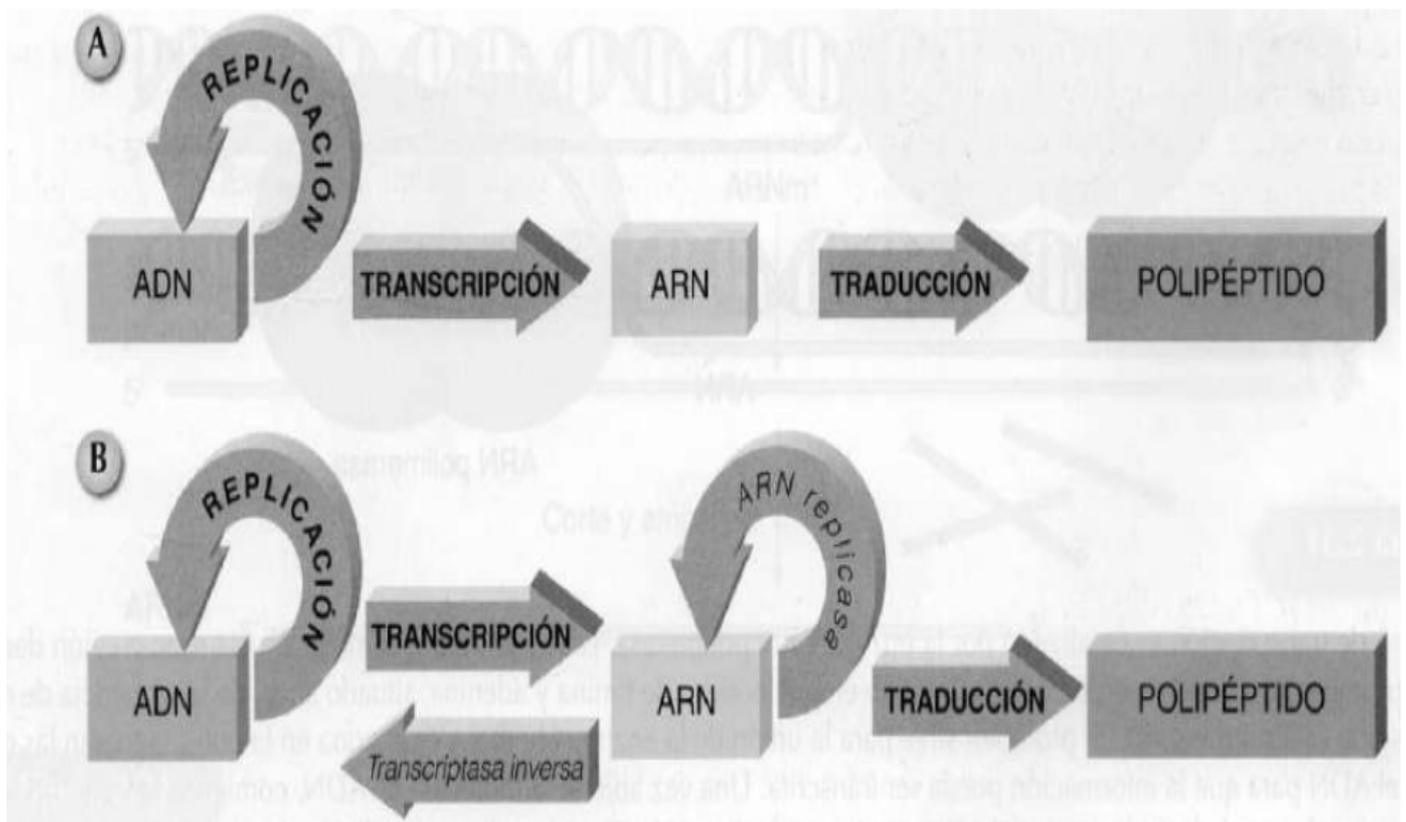


2.3 La expresión génica:

En 1941, George Beadle y Edward Tatum propusieron una cierta relación entre genes y metabolismo. **[Hipótesis de un gen]**

De esta forma, se cae en la cuenta de que un gen es la secuencia de nucleótidos del ADN en el que se haya codificado la naturaleza y el orden en el que se ensamblan los aminoácidos de una enzima. **[Genes estructurales]**

En 1970, Francis Crick, propone el denominado **dogma central de la Biología** en el que se establece el flujo que sigue la información genética.



- **Transcripción:** La transcripción es el proceso por el cual se pasa de una secuencia de bases nitrogenadas de un gen (ADN) a una secuencia de bases nitrogenadas complementarias pertenecientes al ARNm. El ARNm es el ácido ribonucleico que

contiene la información genética (el código genético) procedente del ADN del núcleo celular a un ribosoma en el citoplasma. A su vez, el proceso de transcripción es catalizado por un enzima perteneciente al grupo de bases ARn polimerasa.

Puesto que, en la hebra molde de ADN aparece un nucleótido de adenina, éste se une a una región específica situada delante del gen que se va a transcribir, denominada promotor, donde tiene lugar la síntesis del ARNm.

La transcripción del ARN finaliza cuando la ARN polimerasa alcanza la secuencia de fin. De esta forma, la hebra de ARN, queda libre y la ARN polimerasa se separa del ADN pudiendo volver a unirse a otro promotor para iniciar una nueva transcripción. Dos hebras de ADN separadas son de nuevo unidas por unas enzimas específicas.

La transcripción tiene lugar en los ribosomas. Otros segmentos de ADN se transcriben a cada ácido ribonucleico con funciones distintas a la del ARN; por ejemplo, el ARNt, ácidos ribonucleicos ribosómicos que forman parte del ribosoma. El ARNr, ácidos ribonucleicos de transferencia, se encarga de transportar los aminoácidos durante la síntesis de proteínas.

- **Maduración del ADN.** El ARNm experimenta una modificación de su estructura una vez sintetizados.

El ARNm que produce la ARN polimerasa, denominado transcrito primario, parte de la secuencia que codifica el polipéptido. Esta secuencia, a lo largo del transcrito primario, se eliminan los intrones y se colocan secuencialmente los exones, obteniéndose un ARNm maduro, portador de la secuencia lineal de un polipéptido.

- ❖ Dependiendo de los genes, hay transcritos primarios que tras su proceso codifican siempre el mismo polipéptido y otras que pueden expresar varios tipos de maduración que originan polipéptidos distintos en función de la célula en que se exprese y la etapa de desarrollo en la que se encuentre el organismo.

- **Código genético.** El código genético es el conjunto de reglas mediante las cuales se establece la relación entre la ordenación lineal de nucleótidos de la molécula de ADN y la condensación lineal de aminoácidos de los polipéptidos.

De esta forma, el ADN codifica la información mediante la combinación de sus cuatro tipos de nucleótidos.

En la década de los 70, Marshall Nirenberg, Severo Ochoa y H. Gobind Khorana descubren que la base del código genético es el triplete (en el ADN) o codón (en el ARNm).

El código genético es:

- a) **redundante o degenerado**, es decir, un aminoácido puede ser codificado por más de un codón.
- b) **un código sin superposición**, es decir, un nucleótido solo pertenece a un codón, no a varios.

- c) **un código cuya lectura es lineal y sin comas**, es decir, la lectura del ARNm se inicia en un punto y avanza de codón en codón sin ninguna superposición entre ellos.
- d) **es universal**, prácticamente todos los seres vivos utilizan el mismo código para traducir el mensaje del ADN a polipéptidos.

- **Traducción:** se denomina traducción al proceso mediante el cual la información obtenida en el ARNm, es convertida siguiendo las reglas del código genético, al alfabeto de 20 letras de polipéptidos.

La síntesis de polipéptidos cuya secuencia lleva cifrada al ARNm se inicia en los ribosomas. De esta forma, a través de un proceso enzimático, los ácidos ribonucleicos de transferencia (ARNts) van incorporando los correspondientes aminoácidos específicos por la secuencia lineal de codones del ARNm.

Existen tantos ARNts como codones distintos puede haber en el ARNm. La diferencia entre los ácidos ribonucleicos de transferencia radica en el triplete de nucleótidos complementario de cada uno de los codones del ARNm, denominado anticodón, y en el aminoácido que transporta, que no es otro que el especificado por su codón complementario.

El resultado de la información de un polipéptido con una función biológica concreta y distinta de la de cualquier otro cuya secuencia de aminoácidos sea distinta.

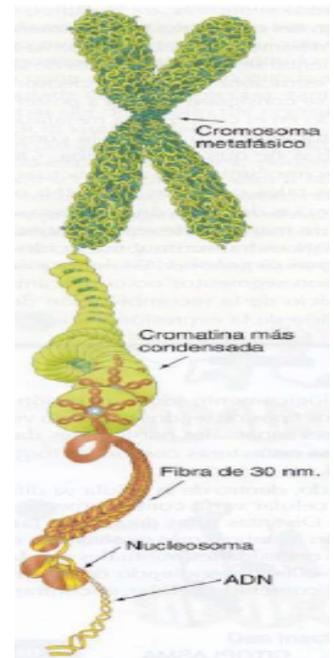
2.3.1 Niveles de organización del ADN:

El cromosoma eucariótico es más complejo que el procariótico. Éste está constituido por 10% de ADN altamente repetitivo (segmentos cortos de 10pb que se repiten millones de veces), 20% de ADN moderadamente repetitivo (segmentos de unos pocos centenares de pares de bases que se repiten más de 1000 veces) y 70% de segmentos copias únicas o escasamente repetidas.

2.3.2 Regulación de la expresión génica:

Todas las células de un individuo portan la misma información, tiene idénticos genes en sus núcleos. Sin embargo, durante el desarrollo, las células se diferencian morfológica y fisiológicamente, realizan distintas rutas de síntesis (anabolismo) y de degradación (catabolismo).

De esta forma, la expresión génica se activa de forma precisa cuando es necesario. En función del tiempo, se puede distinguir una regulación génica:



- **A corto plazo:** Está relacionada con el metabolismo celular y provoca cambios en el ADN. Los genes reguladores codifican la secuencia de proteínas reguladores o factores de transcripción impidiendo la expresión de los genes estructurales, uniéndose a la secuencia reguladora.

Los correpresores son moléculas a las que necesitan acoplarse algunas proteínas reguladoras para adoptar la conformación espacial adecuada que les permita unirse a una secuencia regulada concreta del ADN e impedir la expresión de un gen.

Por otra parte, el ARN de interferencia (ARNi) bloquea la expresión de los genes y desempeñan una función esencial en la regulación del desarrollo y la plasticidad neuronal.

El ARN de doble hebra es transcrito a partir de unos pequeños genes denominados microARN (miARN) que se encuentran generalmente en regiones no codificadoras del genoma.

Los inductores, son moléculas que al unirse a las proteínas reguladoras hacen que éstas experimenten un cambio en su estructura tridimensional que les impide unirse al ADN, permitiendo que el gen sea transcrito.

El modelo del **operón*** fue propuesto en 1961 por Francois Jacob y Jacques Monod. El gen regulador codifica la secuencia de una proteína regulador (**represor**). El represor reconoce y se une a la secuencia reguladora de ADN (**operador**).

- **A largo plazo:** está relacionado con el desarrollo del organismo conduciendo a cambios en el ADN de la célula que conlleva el bloqueo permanente pero no irreversible de la expresión de determinados genes.

Los homeogenes juegan un papel muy importante en la diferenciación de las estructuras corporales, donde están involucrados también otros mecanismo de inactivación génica como al **metilación*** y la **condensación*** del ADN.

2.4 Mutaciones:

En **1901**, **Hugo de Vries** descubrió la existencia de **cambios permanentes**, producidos al azar, en el material genético que no son debidos a la segregación independiente de los cromosomas o a la recombinación que ocurre durante el proceso de meiosis y en la replicación, que en la mayoría de casos son perjudiciales, y que generan la variabilidad necesaria para que la selección natural actúe.

Por otra parte, los **mutágenos*** son agentes físicos, químicos o biológicos que alteran o cambian la información genética de un organismo incrementando la frecuencia de mutaciones por encima del nivel natural. Un ejemplo de mutágenos electromagnéticos son las radiaciones ionizantes, como los rayos X y los rayos gamma, y radiaciones no

ionizantes, como los rayos ultravioletas. Ambos provocan la rotura de la cadena de ADN o la pérdida de nucleótidos.

Según el **tipo de células afectadas** las mutaciones pueden ser:

- **Somáticas:** el cambio se transmitirá a las células hijas que se originen tras el proceso de mitosis y citocinesis.
- **Germinales:** heredables, el cambio en la información guardada en el material genético originado en alguna de las divisiones meióticas o mitóticas durante la gametogénesis, se transmitirá a los descendientes

Según la magnitud, pueden ser:

- **Puntuales o génicas:** el cambio se produce en un solo par de nucleótidos.
- **Cromosómicas:** el cambio se produce en la estructura del cromosoma.
- **Genómicas:** el cambio se produce en el número de cromosomas.

Más en: <https://www.wuolah.com/perfil/Lala1233>