

UNIDAD: EL CONTROL DE LA REPRODUCCIÓN

1. Ciclo biológico humano
2. Reproducción, sexualidad y sexo
3. Fecundación, gestación, embarazo y parto
4. Control de la reproducción
5. Células madre
6. Clonación
7. Bioética

1. CICLO BIOLÓGICO HUMANO

Podemos definir ciclo biológico como la secuencia completa de cambios fisiológicos, morfológicos y de comportamiento que experimenta un organismo (o especie) desde su concepción hasta su muerte.

El ciclo biológico de *Homo sapiens* pasa por varias etapas:

- ADULTO: Desde un punto de vista biológico un individuo es adulto cuando puede reproducirse. En el hombre es más complejo determinar cuándo un individuo es adulto pues la capacidad de reproducción se alcanza en la adolescencia antes de completar su desarrollo físico y su madurez social y cultural.

Los adultos de cada sexo producen en las gónadas (ovarios y testículos) y por meiosis los gametos (óvulos y espermatozoides), en un proceso conocido como gametogénesis. En la cópula se introducen los espermatozoides en el aparato reproductor femenino y nadan hasta alcanzar al óvulo. Cuando un espermatozoide se fusiona con el óvulo se produce la fecundación (en el caso de los mamíferos es interna pues se realiza en el interior de las vías genitales femeninas).

- ZIGOTO: Es la célula resultante de la fecundación del óvulo por el espermatozoide. Es una célula con una nueva dotación génica mitad materna y mitad paterna.
- EMBRIÓN (de 0 a 11 semanas): El cigoto comienza a dividirse por mitosis formando un embrión, este se implanta en el útero materno y allí continúa su desarrollo.
- FETO (de 11 semanas 38 semanas): Cuando el embrión adquiere forma humana claramente reconocible se denomina feto.
- NEONATO: Es el individuo recién nacido. Cuando el feto termina su desarrollo sale al exterior en el parto, dando lugar a un individuo que se desarrolla independientemente de la madre pero que necesita permanentes cuidados para su supervivencia.

Las etapas del desarrollo posnatal varían según los autores y el enfoque que se haga. Desde un punto de vista del desarrollo físico (antropología física) el desarrollo posnatal hasta el periodo adulto pasa por las siguientes fases:

- **INFANCIA:** son los primeros 36 meses de vida durante los que la alimentación es, fundamentalmente, por leche materna. Se caracteriza por un crecimiento encefálico muy rápido.
- **NIÑEZ:** desde los 3 a 7 años; se produce un cambio en la dieta rica en proteínas y lípidos, preparándose a la del adulto. Su dentición cambia de decidua (dientes de "leche") a permanente. Se produce un aceleración del crecimiento ($0,47 \text{ cm/año}^2$) con un crecimiento rápido del encéfalo. La etapa termina con la aparición del primer molar definitivo y con un tamaño encefálico próximo al del adulto.
- **JUVENIL:** En varones de 7 a 12 años y en hembras de 7 a 10 años. Se adquiere la dieta del adulto completándose el cambio de dentición. Aparece la inmunidad. Comienza la independencia de los adultos.
- **ADOLESCENCIA:** En hembras desde los 10 a 17 años y en varones de 12 a 18 años. Se alcanza la madurez sexual al desarrollarse los caracteres sexuales secundarios y la capacidad de producir gametos. Estos cambios se desencadenan por la acción de las hormonas de la hipófisis, FSH y LH, que al actuar sobre las gónadas inducen la formación de hormonas sexuales y gametos. En la adolescencia se adquiere el comportamiento del adulto. La velocidad de crecimiento es de 9 cm/año en varones y en hembras de 7 cm/año , pero se ve incrementada por una gran aceleración del crecimiento, en varones de $1,66 \text{ cm/año}^2$ y en hembras de $0,88 \text{ cm/año}^2$, esta pequeña diferencia es la que determina el pequeño dimorfismo en la talla. En las sociedades humanas es también una etapa en la se completa la educación que se considera "obligatoria".
- **ADULTO:** Los adultos en las sociedades humanas se consideran que pasan por diferentes periodos vitales: juventud (19-25 años), adulto (25 a 39 años), madurez (40 a 59 años) y vejez (de 60 años en adelante). Estas no son etapas absolutas pues pueden cambiar en función de la sociedad en que se encuentre, las responsabilidades que asuma el individuo, los avances en salud y, cómo no, el lenguaje "eufemístico" (puede hablarse de jóvenes de 50 años).

2. REPRODUCCIÓN, SEXUALIDAD Y SEXO

Las funciones de reproducción en los seres vivos tienen como finalidad la generación de nuevos individuos, hijos, semejantes a los progenitores mediante procesos genéticos, para lograr la supervivencia de la especie.

La reproducción humana es sexual, eso quiere decir que en el proceso reproductor hay intercambio genético. En el caso humano esto implica:

- Intercambio de genes (recombinación) durante la meiosis en la formación de los gametos.
- Fecundación: son necesarios dos progenitores que aportan gametos con diferente dotación genética.

Además, la fecundación es necesaria para que el cigoto adquiriera la dotación cromosómica completa de nuestra especie.

El Homo sapiens es una especie con una dotación cromosómica de 46 cromosomas. Cada célula de nuestro cuerpo tiene esos 46 cromosomas. Se dice que es diploide porque se agrupan

por parejas de cromosomas homólogos en la que un cromosoma de cada pareja es de origen materno y el otro paterno. De estos 23 pares de cromosomas:

- 22 pares son cromosomas autosómicos: determinan caracteres comunes a los dos sexos.
- 1 par está formado por cromosomas sexuales: determina el sexo, en mujeres es XX y en varones es XY.

Durante la formación de los gametos estos cromosomas se reparten de forma que cada gameto posee un ejemplar de cada pareja, es decir 23 cromosomas. Por eso, tras la fecundación el cigoto mantiene los 46 cromosomas de la especie.

La sexualidad humana de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) se define como:

"Un aspecto central del ser humano, presente a lo largo de su vida. Abarca al sexo, las identidades y los papeles de género, el erotismo, el placer, la intimidad, la reproducción y la orientación sexual. Se vive y se expresa a través de pensamientos, fantasías, deseos, creencias, actitudes, valores, conductas, prácticas, papeles y relaciones interpersonales. La sexualidad puede incluir todas estas dimensiones, no obstante, no todas ellas se vivencian o se expresan siempre. La sexualidad está influida por la interacción de factores biológicos, psicológicos, sociales, económicos, políticos, culturales, éticos, legales, históricos, religiosos y espirituales."2

La sexualidad humana representa el conjunto de comportamientos que conciernen la satisfacción de la necesidad y el deseo sexual. Al igual que los otros primates, los seres humanos utilizan la excitación sexual con fines reproductivos y para el mantenimiento de vínculos sociales, pero le agregan el goce y el placer propio y el del otro. El sexo también desarrolla facetas profundas de la afectividad y la conciencia de la personalidad. En relación a esto, muchas culturas dan un sentido religioso o espiritual al acto sexual, así como ven en ello un método para mejorar (o perder) la salud.

Desde el punto de vista psicológico, la sexualidad es un concepto amplio que abarca todo lo relacionado con la realidad sexual. Cada persona tiene su propio modo de vivir el hecho de ser mujer u hombre, su propia manera de situarse en el mundo, mostrándose tal y como es. La sexualidad incluye la identidad sexual y de género que constituyen la conciencia de ser una persona sexuada, con el significado que cada persona dé a este hecho. La sexualidad se manifiesta a través de los roles genéricos que, a su vez, son la expresión de la propia identidad sexual y de género.

El sexo en humanos es un carácter muy complejo que responde a varios factores:

- Sexo cromosómico, es el que viene determinado por los cromosomas sexuales.
- Durante el desarrollo, la producción de hormonas en el feto es la que determina qué tipo de sexo se va a desarrollar. Así, un feto XX con una administración de testosterona desarrollará un sexo masculino. Por tanto, hay un sexo hormonal.
- Hay un sexo psicológico y social, el que cada individuo asume y el que le asigna la sociedad... y también influyen otros factores como la cultura, la religión, la economía...

Estos factores influyen en la formación de la identidad sexual. Con ella se vivencia la pertenencia a una de las categorías dimórficas (femenino o masculino) e incluye todas las construcciones mentales y conductuales de ser hombre o mujer.

Cuando interactúan el erotismo (la capacidad de sentir deseo, excitación, y placer), la vinculación afectiva (la capacidad de sentir, amar o enamorarse) y el género (lo que nos hace hombres o mujeres, masculinos o femeninos) obtenemos alguna de las orientaciones sexuales a saber: la bisexualidad, la heterosexualidad y la homosexualidad. La diversidad sexual nos indica que existen muchos modos de ser mujer u hombre, más allá de los rígidos estereotipos, siendo el resultado de la propia biografía, que se desarrolla en un contexto sociocultural.

La sexualidad se manifiesta también a través del deseo erótico que genera la búsqueda de placer erótico a través de las relaciones sexuales, es decir, comportamientos sexuales tanto autoeróticos (masturbación), como heteroeróticos (dirigidos hacia otras personas, éstos a su vez pueden ser heterosexuales u homosexuales). El deseo erótico (o libido) que es una emoción compleja, es la fuente motivacional de los comportamientos sexuales. El concepto de sexualidad, por tanto, no se refiere exclusivamente a las "relaciones sexuales", sino que éstas son tan sólo una parte de aquél.

La complejidad de los comportamientos sexuales de los humanos es producto de su cultura, su inteligencia y de sus complejas sociedades, y no están gobernados enteramente por los instintos, como ocurre en casi todos los animales. Sin embargo, el motor base del comportamiento sexual humano siguen siendo los instintos, aunque su forma y expresión dependen de la cultura y de elecciones personales; esto da lugar a una gama muy compleja de comportamientos sexuales.

3. FECUNDACIÓN, GESTACIÓN, EMBARAZO Y PARTO

3.1. GAMETOGÉNESIS

La gametogénesis es el proceso de formación de los gametos. Tiene lugar en las gónadas en un proceso de división celular conocido como meiosis. En este proceso se forman los gametos con la mitad de cromosomas que las células somáticas y en los que se ha producido la recombinación (intercambio de genes entre pares de cromosomas homólogos).

La espermatogénesis es la formación de espermatozoides en los testículos del varón. Se inicia en la pubertad y se produce de forma continuada a lo largo de la vida. Este proceso requiere una temperatura de 35°C, por eso los testículos se alojan fuera del abdomen en la bolsa escrotal.

Los espermatozoides son células muy pequeñas y móviles formadas por:

- Cabeza: con el núcleo con 23 cromosomas (uno de ellos X o Y) y el acrosoma que tiene enzimas que digieren las envueltas ovulares en la fecundación.
- Cuello: con una mitocondria que proporciona la energía necesaria para su desplazamiento.
- Cola: flagelo que permite el desplazamiento.

En 1 ml de semen hay unos 120 millones de espermatozoides.

La ovogénesis es el proceso de formación de óvulos. Se realiza en los ovarios. El proceso se inicia en la pubertad con la *menarquía* (primera regla) que indica el inicio de los primeros ciclos ováricos y uterinos, el proceso se continúa hasta la *menopausia*, etapa en la que se producen los últimos ciclos (en general, alrededor de los 50 años). En los ciclos ováricos se van alternando los ovarios produciendo un óvulo en cada ciclo.

Los óvulos son células muy grandes, redondeadas, inmóviles, con muchas sustancias de reserva (*vitelo*) y protegidos por una envoltura compleja (zona pelúcida, corona radiata y células acompañantes).

En la ovulación, el ovario libera un óvulo a la trompa de Falopio.

3.2. FECUNDACIÓN

La fecundación es la fusión del espermatozoide y el óvulo. Se realizan en las trompas de Falopio. Para que los espermatozoides lleguen a este órgano es necesario:

- Excitación sexual que produzca en el pene la entrada de sangre en los cuerpos cavernosos y esponjosos para inducir un aumento del tamaño y de su consistencia (erección), en la vagina aumenta la secreción de flujo vaginal para facilitar la introducción del pene (lubricación).
- Penetración del pene erecto en la vagina (coito o cópula).
- Salida del semen (eyaculación) en el interior de la vagina.
- Desplazamiento de los espermatozoides a través del cuello uterino, útero y llegada a la trompa de Falopio donde se encuentra el óvulo.

Los espermatozoides sólo sobreviven hasta tres días después de la eyaculación y los óvulos 48 horas después de la ovulación.

Cuando los espermatozoides rodean al óvulo los enzimas de los acrosomas separan a las células acompañantes y digieren las envueltas del óvulo. Se unen a la zona pelúcida y uno de ellos la atraviesa introduciendo su cabeza. El óvulo genera una membrana de fecundación que impide la entrada de más espermatozoides.

Los núcleos del óvulo y espermatozoide se fusionan y se origina el zigoto o célula huevo.

3.3. GESTACIÓN

La gestación es el período de cuarenta semanas de duración, en el que tiene lugar el desarrollo del embrión hasta su formación completa y durante el cual tiene lugar la formación de todos los órganos. El nacimiento en humanos ocurre entre las 37 y 42 semanas de edad gestacional. En la práctica muchas personas utilizan gestación y embarazo como términos sinónimos.

A) DESARROLLO EMBRIONARIO

Tras la fecundación el cigoto avanza por la trompa de Falopio y comienza a dividirse. Durante las ocho primeras semanas se forma una masa celular muy distinta de un adulto que se denomina embrión. El desarrollo embrionario sucede en tres etapas:

- **SEGMENTACIÓN:** El cigoto se divide por mitosis, sin aumentar de tamaño, hasta formar una masa celular con forma de mora, mórula (a las 96 horas). Luego se ahueca para formar el blastocisto, la masa celular interna formará el feto y el resto las envueltas embrionales (120 horas). El blastocisto llega al útero y se implanta o anida en el endometrio (proceso que dura hasta el día 14). La anidación es un punto clave, el 70% de los cigotos y embriones tempranos son eliminados de forma natural antes de su implantación. Comienza a recibir los nutrientes de la madre
- **GASTRULACIÓN:** A partir del blastocisto se forma un embrión, gástrula, con tres capas celulares: ectodermo, mesodermo y endodermo; y con dos cavidades una dará el tubo digestivo y otra con líquido que dará lugar al medio interno. A partir de la cuarta semana se empiezan a desarrollar los vestigios de los futuros órganos y aparatos.
- **ORGANOGENÉSI S:** Cada una de estas capas y cavidades van a formar los diferentes órganos del cuerpo. Se realiza sobre el segundo mes.
 - El ectodermo originará las estructuras más externas (piel y anexos, parte externa del aparato digestivo y respiratorio, sistema nervioso)
 - El mesodermo dará lugar a la musculatura, esqueleto, dermis, aparato circulatorio, excretor y gónadas.
 - El endodermo originará el resto del aparato digestivo y respiratorio y vejiga urinaria.

Durante este proceso, entre la cuarta y quinta semana el corazón comienza a latir, se inicia la formación del sistema nervioso, en la sexta se distinguen los dedos.

En la 9 semana el embrión adquiere el aspecto de un humano y se denomina feto.

B) DESARROLLO FETAL

Esta etapa comienza desde el momento en que se ha completado la etapa embrionaria, y hasta que se produzca el parto. Durante la vida fetal no se forman órganos o tejidos nuevos, sino que se produce la maduración de los ya existentes.

- Semanas 9-12: se forma la cara, los genitales...
- Semanas 13-16: el feto comienza a moverse...
- Semanas 17-19: el feto puede oír...
- Semana 20: aparecen las uñas, el lanugo le cubre todo el cuerpo, la madre nota los movimientos...
- Semana 24: cejas y pestañas ya formadas, desarrolla reflejo prensil...
- Semanas 25-28: desarrollo rápido del cerebro, abre y cierra párpados, aparato respiratorio desarrollado... (el feto es viable)
- Semanas 29- 32: movimientos respiratorios rítmicos (pulmones no maduros)...
- Semana 36: el lanugo comienza a desaparecer...
- Semanas 37-40: feto completamente formado.

3.4. EMBARAZO

Se denomina embarazo o gravidez (del latín gravitas) al período que transcurre entre la implantación en el útero del óvulo fecundado y el momento del parto en cuanto a los

significativos cambios fisiológicos, metabólicos e incluso morfológicos que se producen en la mujer encaminados a proteger, nutrir y permitir el desarrollo del feto.

Los signos que nos indican un presunto embarazo son:

- la interrupción de los ciclos menstruales,
- fatiga, debilidad y somnolencia, posiblemente debido al aumento de progesterona,
- cambios en el gusto y preferencia de alimentos (antojos),
- cambios en las mamas que terminan con el aumento del tamaño de las mamas para preparar la lactancia,
- manifestaciones cutáneas, hiperpigmentación de ciertas zonas, aparición de estrías,
- mucosa vaginal que adquiere un color violeta.

El embarazo se confirma con determinadas pruebas diagnósticas:

- Presencia de la hormona gonadotropina coriónica en la orina o plasma materno.
- A las doce semanas se nota el abultamiento del abdomen.
- Rastreo ecográfico.

En la mujer embarazada se producen una serie de cambios que implica la alimentación y el crecimiento del feto. La madre y el feto están comunicados por la placenta (órgano con forma de disco de unos 10 cm formado por tejido fetal y del útero materno) a la que el feto se une por el cordón umbilical. A través de la placenta la madre proporciona nutrientes y oxígeno al feto, el feto le devuelve desechos y dióxido de carbono. Por ello los cambios que sufre la madre son:

- Aumento de la frecuencia cardíaca y del gasto cardíaco
- Aumento el peso a expensas del feto, del líquido amniótico, placenta...
- Aumento el metabolismo
- Aumento de la filtración renal.

3.5. PARTO

A partir del octavo mes el feto se coloca en el útero con la cabeza hacia abajo, preparándose para su salida. El parto es el periodo de salida del bebé del útero materno. Si ocurre antes de las 37 semanas es considerado pretérmino. Se considera que un feto es viable después de las 25 semanas.

Se considera que una mujer inicia el parto con la aparición de:

- contracciones uterinas regulares, que aumentan en intensidad y frecuencia,
- expulsión del tapón mucoso
- dilatación de cuello uterino
- rotura del amnios y salida del líquido amniótico (rotura de aguas)

El proceso del parto humano natural se categoriza en tres fases:

- Dilatación del cuello uterino hasta que deja de detectarse (borrarse) Simultáneamente se produce un aumento en la intensidad y frecuencia de las contracciones uterinas que empujan al feto hacia la vagina. Expulsión del líquido amniótico. Este proceso dura entre 3 y 12 horas.

- Expulsión del feto: descenso y nacimiento del bebé. Dura entre unos minutos y 1 hora. El feto asoma primero la cabeza y luego el cordón umbilical que se ata y corta. A los pocos días se caerá y dejará una cicatriz en el abdomen del bebé, el ombligo.
- Alumbramiento o expulsión de la placenta.

Aunque el parto es un proceso natural, suele verse asistido con un seguimiento médico para evitar sufrimiento fetal y riesgos para la madre. Este seguimiento consiste en:

- Monitarización de la madre y el feto en el que se miden en tiempo real sus constantes vitales.
- Administración de medicamentos como la *oxitocina*, que sirve para aumentar la intensidad y frecuencia de las contracciones para así provocar o acelerar el parto, y ciertos anestésicos, como la anestesia epidural.
- Utilización de fórceps, es un instrumento quirúrgico que se utiliza para facilitar la salida de la cabeza del bebé del canal del parto cuando surgen determinadas complicaciones. Hoy en día solo se usa de forma segura y en casos muy concretos.
- La episiotomía incisión en la zona del perineo que se empleaba par evitar desgarros vaginales y que en la actualidad la OMS desaconseja su empleo en este supuesto (por no evitarlos) y sólo la recomienda en caso de sufrimiento fetal o partos con complicaciones.
- La cesárea, es un parto quirúrgico en el que la salida del feto se produce por una incisión que se realiza a través del abdomen y hasta el útero. Se realiza cuando el parto vaginal puede ser arriesgado para el niño o la madre.

GEMELOS: Los niños nacidos de un mismo parto se denominan gemelos. Los gemelos son:

- bivitelinos si proceden de dos óvulos distintos y tienen distinto genotipo y fenotipo.
- univitelinos si proceden de un mismo cigoto que se ha escindido en dos embriones, son genéticamente idénticos.

LACTANCIA: Los dos primeros días después del parto, la prolactina de la hipófisis induce a las glándulas mamarias a la producción del calostro (líquido muy nutritivo y con muchos anticuerpos), al tercer día ya segregan leche.

4. CONTROL DE LA REPRODUCCIÓN

En la actualidad la maternidad y paternidad suponen una gran responsabilidad y deben ser siempre deseadas y producirse en el momento más adecuado.

Por otro lado, muchas parejas que lo desean no pueden concebir hijos. Este problema denominado esterilidad, afecta al 12-15 % de las parejas. Las principales causas de esterilidad son:

- Esterilidad masculina: bajo número de espermatozoides, espermatozoides defectuosos o poco móviles e incompatibilidad de los espermatozoides con el mucus vaginal.
- Esterilidad femenina: ausencia o problemas en la ovulación, obstrucción de las trompas de Falopio y dificultades en la implantación del embrión.

En la actualidad se disponen en métodos que nos permiten controlar el momento en el que se produce la maternidad y paternidad. Se puede impedir mediante el empleo de métodos

anticonceptivos o con la interrupción voluntaria del embarazo (aborto inducido). Se puede hacer posible, en casos de esterilidad, con las técnicas de reproducción asistida.

4.1. LOS MÉTODOS ANTICONCEPTIVOS

Son métodos que impiden el embarazo a pesar de mantener relaciones sexuales. Cada pareja debe elegir aquel que se adapte mejor a sus circunstancias personales: frecuencia de las relaciones sexuales, número de parejas, si se desea tener hijos en un futuro, si ya se han tenido hijos, facilidad y comodidad de empleo, eficacia, salud...

Se pueden clasificar (el porcentaje de eficacia se corresponde con un uso adecuado, fuente Wikipedia):

- **MÉTODOS BARRERA:** Impiden el contacto entre espermatozoides y óvulos. Son: preservativo o condón masculino-98%, los preservativo femenino-95%, diafragma (con espermicida)-94%, dispositivo intrauterino (DIU)-99%.
- **MÉTODOS QUÍMICOS:** Emplean sustancias químicas que destruyen los espermatozoides, alteran el ciclo ovárico o impiden la implantación de la blástula en el endometrio. Son: espermicidas, píldoras anticonceptivas (oral, en parche, implantada, inyectada)-99%, "píldora del día después" (de tres a cinco días después, desde 2009 se puede obtener en farmacia sin receta)-75 a 89%.
- **DOBLE PROTECCIÓN:** Consiste en el empleo de dos métodos anticonceptivos. Puede ser: preservativo-DIU, preservativo-píldora, preservativo-espermicida. El uso del preservativo es recomendable para evitar la transmisión de enfermedades de transmisión sexual (no evita completamente el contagio del virus del papiloma humano).
- **MÉTODOS QUIRÚRGICOS:** Son intervenciones quirúrgicas que impiden la fertilidad de forma definitiva. Son la vasectomía y la ligadura de trompas de Falopio. Tienen un 100 % de efectividad.
- **MÉTODOS NATURALES:** Se basan en calcular el periodo fértil de la mujer y evitar tener relaciones sexuales en esas fechas. Son el método Ogino-Knaus, Billings (observación del moco cervical), temperatura basal, el sintotérmico (combinación de los anteriores), coitus interruptus. Tienen como ventaja que no requieren control médico ni tienen efectos secundarios, como desventaja su inseguridad en la eficacia y que no evitan el contagio de enfermedades de transmisión sexual.

4.2. ABORTO

El aborto inducido es la interrupción voluntaria del embarazo. Consiste en provocar la interrupción del desarrollo vital del embrión para luego eliminarlo.

La mayor parte de las legislaciones reguladoras distinguen entre:

- aborto terapéutico justificado por razones médicas (salvar la vida de la madre, salvar la salud física o mental de la madre, evitar el nacimiento de un bebé con graves enfermedades congénitas o malformaciones, reducir el número de fetos en embarazos múltiples).
- aborto electivo realizado por otras razones.

Hay diferentes técnicas que dependen del tiempo de gestación, de la salud de la madre, del contexto socioeconómico y de los límites legislativos. El *aborto químico o farmacológico* es inducido por una combinación de fármacos y se empela en las primeras semanas. El *aborto quirúrgico* puede ser por aspiración o por raspado (legrado). En estados avanzados de gestación se puede practicar un aborto terapéutico induciendo un parto prematuro.

La OMS recomienda su legislación con o sin condicionantes para evitar las prácticas de abortos clandestinos ilegales.

En España, el aborto inducido ha sido una práctica prohibida, ilegal y penalizada excepto durante la II República y desde la Ley Orgánica 9/1985. Esta ley despenalizó el aborto inducido en tres supuestos:

- riesgo grave para la salud física o mental de la mujer embarazada (supuesto terapéutico-primeras 12 semanas),
- violación (supuesto criminológico-primeras 22 semanas, con denuncia policial) y
- malformaciones, taras físicas o psíquicas en el feto (supuesto eugenésico- en cualquier momento del embarazo).

La ley Orgánica 2/2010 de salud sexual y reproductiva y de la interrupción voluntaria del embarazo despenaliza el aborto inducido en las primeras 14 semanas del embarazo. La mujer podrá tomar una decisión libre e informada sobre la interrupción. Hasta la semana 22 en casos de grave riesgo para la vida o salud de la madre o el feto. En semanas posteriores en dos supuestos: anomalías en el feto incompatibles con la vida o que se detecte en el feto una enfermedad extremadamente grave e incurable confirmada por un comité científico.

La ley cita textualmente:

"En el caso de las mujeres de 16 y 17 años, el consentimiento para la interrupción voluntaria del embarazo les corresponde exclusivamente a ellas de acuerdo con el régimen general aplicable a las mujeres mayores de edad.

Al menos uno de los representantes legales, padre o madre, personas con patria potestad o tutores de las mujeres comprendidas en esas edades deberá ser informado de la decisión de la mujer.

Se prescindirá de esta información cuando la menor alegue fundadamente que esto le provocará un conflicto grave, manifestado en el peligro cierto de violencia intrafamiliar, amenazas, coacciones, malos tratos, o se produzca una situación de desarraigo o desamparo."

4.3. REPRODUCCIÓN HUMANA ASISTIDA

Las técnicas de reproducción asistida se emplean para que las parejas que no pueden concebir hijos puedan tenerlos.

Fundamentalmente son:

- **INSEMINACIÓN ARTIFICIAL:** Se utiliza cuando el varón posee pocos espermatozoides o son defectuosos. La técnica consiste en extraer los espermatozoides de un varón (puede ser de la pareja o de un donante) e introducirlos en el interior de las vías genitales femeninas mediante una cánula.
- **FECUNDACIÓN IN VITRO Y TRANSFERENCIA EMBRIONARIA (FIVTE):** La fecundación *in vitro* consiste en la fecundación de un óvulo con un espermatozoide fuera del cuerpo de la mujer y posteriormente se implanta el embrión en el útero de la mujer. Se

emplea cuando están obstruidas las trompas de Falopio o para seleccionar embriones para prevenir anomalías genéticas en los hijos. Se pueden distinguir las siguientes fases:

- Obtención de gametos: Los gametos pueden proceder de la pareja o de donantes de espermatozoides y óvulos. Para la obtención de los óvulos se estimula hormonalmente los ovarios de la mujer donante para obtener de 5 a 10 óvulos que se recuperan directamente de los ovarios por punción ovárica (a través de la pared vaginal).
- Fecundación *in vitro*: los óvulos son fecundados por los espermatozoides en el laboratorio, a veces se emplea la técnica de inyección intracitoplasmática de espermatozoides.
- Cultivo de los embriones: los cigotos se dividen *in vitro* durante unos días (2-3) hasta alcanzar el estado de mórula.
- Transferencia embrionaria: Varios de los embriones de mayor calidad se introducen por vía vaginal mediante un catéter muy fino en el útero de la mujer cuando alcanzan el estado de blastocito tardío anidan en el útero.

La legislación española prohíbe elegir el sexo o cualquier otra característica de los hijos. Sólo está permitida la selección embrionaria para

- Evitar anomalías genéticas en los hijos,
- Si otro hijo de la pareja tiene una enfermedad grave que pueda resolverse con un trasplante de un hermano compatible y no hay riesgo para la salud del donante.

Los embriones que no han sido transferidos se almacenan en tanques de nitrógeno líquido a -160°C hasta un máximo de 5 años. Esto permite realizar varios intentos de transferencia por si alguno de ellos falla o se quieren tener más hijos. También pueden donarse para otras parejas que deseen tener hijos.

Una vez pasados los 5 años los embriones no pueden ser transferidos. Los embriones pueden ser utilizados en programas de investigación científica si:

- Han pasado los 5 años sin implantarse,
- Son embriones inviables,
- Los progenitores den su consentimiento,
- Que el Comité Nacional de Ética valore favorablemente su utilización.

Gran parte de la investigación llevada a cabo con embriones es en el estudio de las células madre embrionarias, de gran importancia para el conocimiento del desarrollo embrionario y en el avance de terapias regenerativas.

5. CÉLULAS MADRE

Las células madre son aquellas que pueden originar por división celular diferentes estirpes celulares diferenciadas que realizan trabajos específicos y especializados. Así una célula madre hematopoyética de la médula ósea puede formar todos los tipos de células sanguíneas. Este proceso de diferenciación o especialización es irreversible.

➤ FUNCIÓN BIOLÓGICA

Las células madre en los seres vivos sirven para formar células especializadas en los procesos de desarrollo y crecimiento, así como en la reposición y reparación de tejidos.

- CARACTERÍSTICAS básicas de una célula madre son:
 - División indefinida (son estirpes celulares "inmortales").
 - Posibilidad de dividirse dando copias de células madre como ella.
 - Posibilidad de diferenciación hacia células de otros tejidos.
 - Posibilidad de colonización de integración en otros tejidos.

- CAPACIDAD DE DIFERENCIACIÓN

No todas las células madre tienen la misma capacidad de diferenciación. Así el *zigoto* se considera totipotente, es decir, es capaz de generar un organismo completo. Esta característica se mantiene en las células de la mórula.

Al formarse la blástula las células comienzan a diferenciarse y ya se habla de pluripotentes, son las células ES (*embryonic stem, células embrionales troncales, células madre embrionarias*). Estas células ya no pueden originar un nuevo individuo entero, aunque sí pueden formar tipos celulares muy diferentes.

A partir de este estadio se habla de células madre multipotentes y la variedad de células a las que dan origen se reduce. Son las *células madre adultas* o AS. Las células del cordón umbilical o fetales están a caballo entre las ES y las AS.

- TIPOS DE CÉLULAS MADRE SEGÚN SU PROCEDENCIA

Las células madre embrionarias, ES, suelen derivar de la masa celular interna de blastocitos de menos de 5 días tras la fecundación. Proceden de los embriones sobrantes de las clínicas de fertilización "*in vitro*". Los embriones no implantados se guardan congelados durante 5 años, transcurridos esos años ya pueden ser utilizados para investigación con fines científicos, nunca reproductivos. Se considera que una célula ES puede dar lugar a 200 tipos celulares distintos.

La investigación en este campo está afectada por la legalidad de las técnicas, por la competencia de los diferentes grupos de investigación y por los problemas éticos a los que va ligada. En España (Andalucía, Cataluña y Valencia) hay varios centros de investigación que emplean células ES para investigar en el tratamiento de la diabetes, Parkinson, cáncer e investigación básica del desarrollo embrionario.

En febrero de 2005, Kart-Ludwig Laugwitz anunció, en Nature, que las células cardíacas embrionarias podrían sobrevivir en el corazón de un adulto. Este descubrimiento abriría la posibilidad de regenerar en un paciente las células cardíacas muertas tras un infarto.

Las células madre adultas, AS, pueden ser obtenidas directamente de cualquiera de nosotros, sin que medie embrión alguno. Se supone que cualquier tejido puede tener células madre multipotentes. Poco a poco se van descubriendo nuevos tipos de células AS en distintos tejidos (células madre hematopoyéticas, en el hígado en la piel...). En la actualidad se ha visto que las células madre hematopoyéticas no sólo originan las líneas celulares sanguíneas, sino también otros tipos celulares como neuronas y células cardíacas.

Se está investigando en Navarra y Salamanca con el autotransplante de células madre para reparar corazones infartados. En Madrid se logró asilar en una pequeña cantidad de grasa obtenida por liposucción células AS en pacientes con la enfermedad de Crohn.

Además, las actuales líneas de trabajo en el mundo van por diferentes campos, por ejemplo:

- La creación de piel a partir de células AS.
- Posible elaboración de dientes humanos a partir de células AS depositadas en la mandíbula.
- Reparación de la córnea mediante células AS.
- Reparación del esqueleto articular en pacientes de artritis.
- Reactivación de células del folículo piloso, para producir pelo y piel.
- La producción de ovocitos a partir de células AS del epitelio folicular del ovario de mujeres estériles....

Investigaciones recientes llevadas a cabo por el doctor Shin'ya Yamanaka, de la Universidad de Kyoto en 2006 y 2007, han demostrado que es posible desdiferenciar células adultas humanas hasta células madre mediante el tratamiento con factores de transcripción insertados en las células mediante retrovirus. De esta forma se obtienen células madre pluripotentes inducidas iPS

Este procedimiento facilitaría obtener células madre de cualquier individuo en cualquier momento, aunque se han detectado posibles efectos colaterales, como el carácter canceroso de las células resultantes. Además, permite a los investigadores obtener células madres pluripotenciales sin la controversia del uso de embriones.

➤ Las APLICACIONES de las células madre son muy variadas:

- Terapia celular: Lleva muchos años practicándose en el mundo. Consiste en el tratamiento de tejido dañado con nuevo procedente de un cultivo *in vitro* y diferenciación de células madre. En la actualidad se trata así a ciertos pacientes de leucemia, empleando células de la médula ósea. Es el famoso caso de un tenor español. También se emplea para regenerar tejidos como el epitelial dañado en quemaduras, óseo o muscular e incluso cardíaco. Se investiga en la regeneración neuronal.
- Terapia celular con modificación genética: Consiste en regenerar un tejido pero subsanando las anomalías genética que tenga.
- Clonación- transgenización: Desde la clonación de la oveja Dolly en 1996 se ha clonado una gran variedad de animales (cerdos, gatos, monos...). Se ha clonado una variedad de cerdos transgénicos con una modificación en el corazón que los hace menos reconocibles por nuestro sistema inmune y pueden ser utilizados para *xenotransplantes*. Hay vacas modificadas para producir un factor de coagulación sanguínea en su leche.
- Clonación terapéutica: Es la técnica más ambiciosa, pero la más conflictiva. Consiste en un proceso de transferencia nuclear para transformar células de embriones desestimados para fertilización *in vitro*., para obtener líneas celulares con usos científicos o médicos. Así se podrían obtener células que no provoquen rechazo en los trasplantes. Los comités de Ética Internacional han fallado a favor de esta técnica. Ya se practica en el Reino Unido, Bélgica, Corea del Sur y España. Los laboratorios y hospitales que quieran realizarla deben pedir autorización a las autoridades públicas.

6. CLONACIÓN

La clonación es el proceso que permite obtener copias genéticamente idénticas (clones) de un gen, una célula o un organismo.

En los microorganismos, animales y plantas que tienen reproducción asexual todos los descendientes son genéticamente iguales entre sí, el proceso sucede de forma natural.

En la actualidad se pueden obtener clones de cualquier especie de microorganismo, planta o animal. Con animales se emplean para dos técnicas:

- La disgregación de células embrionarias a partir de un embrión, de modo que cada célula separada funciona como un cigoto y originará un animal. Así se obtienen muchos animales clónicos entre sí pero diferentes de sus progenitores. Es un proceso semejante a la formación natural de gemelos univitelinos.
- La transferencia nuclear; ésta técnica permite clonar un animal adulto. Es la que se empleó en 1996 con la que se obtuvo la oveja Dolly. El proceso seguido es complejo y tiene las siguientes etapas:
 - Obtención de óvulos enucleados (se les ha extraído el núcleo por microsucción) de una oveja donante.
 - Obtención de un núcleo de una célula embrionaria o de una diferenciada (especializada) del animal adulto que se quiere clonar.
 - Transferencia del núcleo al óvulo enucleado (se formaría un "cigoto").
 - Cultivo de la célula hasta formar un embrión.
 - Implantación del embrión en el útero de una madre receptora.
 - Gestación y parto. Nacimiento de un animal clon del que donó el núcleo.

La técnica es muy costosa, poco eficiente y no siempre exitosa. Cuanto más diferenciada esté una célula más difícil es conseguir su reprogramación para que funcione como un cigoto y origine un nuevo animal.

Las aplicaciones de la clonación son muy variadas e interesantes:

- En ganadería se emplea para la obtención de un gran número de animales con alguna característica común interesante como producir mucha leche, engordar rápidamente, producir lana azul, etc.
- En investigación para obtener muchos animales idénticos que se emplean como modelos de estudio de enfermedades.
- En ecología para reproducir especies al borde de la extinción.
- En medicina para obtener órganos para trasplantes.

En muchos casos los animales a clonar han sido previamente modificados genéticamente.

La mayoría de los países del mundo se oponen a la clonación humana con fines reproductivos. Sin embargo, en algunos países, como España, hay leyes que regulan la investigación en la clonación terapéutica. Es decir, se permite crear un embrión por transferencia nuclear para la obtención de células madre que son trasplantadas.

7. BIOÉTICA

La bioética es la rama de la ética que trata de proporcionar los principios orientadores de la conducta humana respecto a la vida así como al ambiente en el que puedan darse las condiciones aceptables para la vida.

El término aparece por primera vez en 1927 por Fritz Jahr, pastor protestante, teólogo, filósofo y educador alemán en un artículo sobre las relaciones éticas del hombre con las plantas y los animales. Las primeras declaraciones sobre bioética surgen con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial. En 1979 se definieron los cuatro principios de la bioética:

- *Autonomía*: capacidad para darse norma o reglas a uno mismo sin influencia o presiones externas o internas. En medicina se refleja en el consentimiento informado del paciente.
- *Beneficencia*: obligación de actuar en beneficio de otros, promoviendo sus intereses y suprimiendo los prejuicios.
- *No maleficencia*: abstenerse intencionadamente de realizar acciones que puedan producir daño o perjudicar a otros. En ocasiones algunas actuaciones médicas dañan para obtener un bien, por tanto, debe ir asociado al principio anterior para que prevalezca el beneficio frente al daño.
- *Justicia*: tratar a cada uno como corresponda con la finalidad de disminuir las desigualdades.

Hay muchos problemas éticos derivados:

- de las profesiones sanitarias: transfusiones de sangre, eutanasia, trasplantes de órganos, reproducción asistida o mediante fertilización in vitro, aborto, todos los asuntos implicados en la relación médico-paciente.
- de la investigación científica, en particular la investigación biomédica, que tanto pueden transformar al hombre: manipulación genética, tecnologías reproductivas como la fecundación in vitro o la (por ahora sólo hipotética) clonación humana, etc.
- de los problemas ecológicos, del medio ambiente y la biosfera: necesidad de conservación del medio ambiente, como mantener el equilibrio entre las especies y el respeto hacia los animales y la naturaleza, impedir el uso de energía nuclear, controlar el crecimiento de la población mundial y el incremento del hambre en los países pobres, etc.
- de influencia social y política de las cuestiones anteriores, en cuanto a legislación, educación, políticas sanitarias, religión, etc.
- de temáticas relativas a la relación entre neurología y ética, que daría lugar a lo que se conoce como neuroética.

En España existe un Comité de Bioética creado en 2007. Es un órgano independiente y de carácter consultivo. Se encarga de elaborar informes, propuestas y recomendaciones a las administraciones. Está formado por 12 miembros de la comunidad científica-jurídica y bioética nombrados a propuesta del gobierno central y de las autonomías.