Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

RETOS ACTUALES DE LA INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS

Fabio SALAMANCA GÓMEZ

En primer lugar quiero agradecer de manera especial esta amable invitación de la Comisión Nacional de Bioética, y en particular al doctor Manuel Ruiz de Chávez y a la doctora Ingrid Brena.

Deseo decirles que me siento muy complacido de estar aquí en la celebración conjunta de estas siete décadas del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.

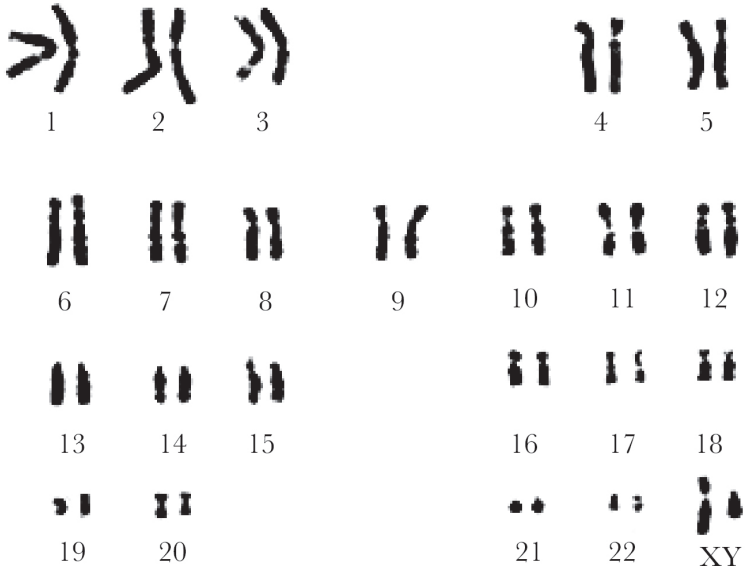
Las pláticas que me han precedido han sido relevantes no sólo por la trascendencia de los temas tratados, sino por la manera como fueron enfocadas, lo que me permite resumir un tanto mi presentación.

La doctora Lwoff hizo alusión a la manera como se va desactualizando la información científica. En los últimos años, precisamente, no hay ningún campo comparable a la rapidez con que ha progresado la biomedicina, particularmente en la genética y en la genómica, por lo que quisiera referirme al hecho de que llama la atención que sólo hasta la década de los años cincuenta del siglo pasado se hubiera establecido el número de cromosomas que los humanos tenemos en cada una de nuestras células (véase figura 1).

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

Figura 1
CARIOTIPO DE UN INDIVIDUO NORMAL DE SEXO MASCULINO, CUYOS CROMOSOMAS REVELAN EL PATRÓN DE BANDAS

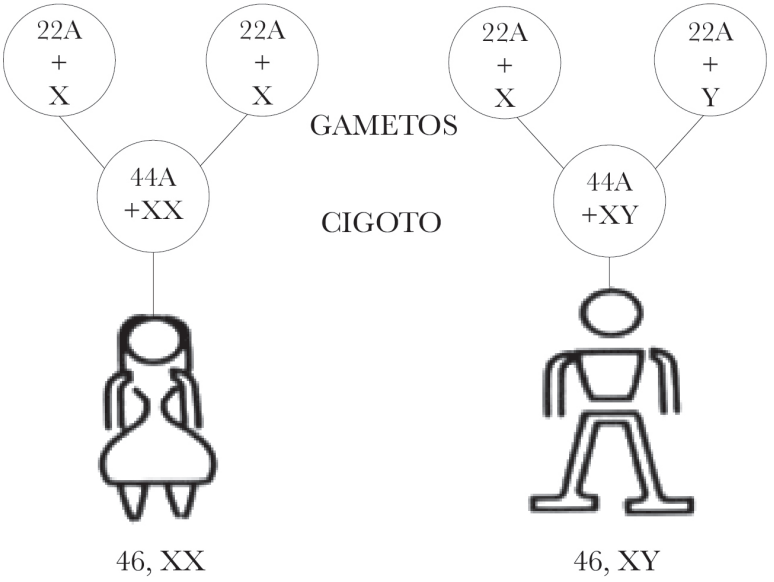


Rápidamente progresaron estas técnicas de identificación de los cromosomas; se reconocieron los pares de cromosomas homólogos que constituyen el cariotipo, donde cada uno de estos elementos es proporcionado por un progenitor: la mitad de los cromosomas procede de la madre, presentes en el óvulo, y la otra mitad provienen del padre, aportados por el espermatozoide (véase figura 2).

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

Figura 2
DETERMINACIÓN DEL SEXO POR LOS CROMOSOMAS SEXUALES O GONOSOMAS



Resulta paradójico que este conocimiento que surge de la observación a nivel microscópico precediera en cerca de un lustro al conocimiento de la estructura molecular de los ácidos nucleicos, particularmente del ácido desoxirribonucleico (ADN), que constituye la base física de la transmisión de los caracteres hereditarios.

A partir de este hallazgo, el vertiginoso desarrollo de la investigación en este campo permitió contemplar los diferentes enfoques acerca de la etiología de la patología genética, y una nueva clasificación de este componente.

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

Se describieron en pocos años alteraciones tanto del número como de la estructura cromosómica, que explican cuadros clínicos con manifestaciones de malformaciones congénitas y retardo mental, tales como la trisomía 21, la trisomía 18 y la trisomía 13, y otros caracterizados por esterilidad o infertilidad, como el síndrome de Klinefelter (47,XXY) o el síndrome de Turner (45,X) (véase tabla 1).

Tabla 1
PADECIMIENTOS GÉNETICOS

I. Alteraciones en la células gaméticas:
Herencia Mendeliana
Aberraciones cromosómicas
Herencia Poligénica
II. Alteraciones en las células somáticas:
Neoplasias
Enfermedades autoinmunes
Envejecimiento
III. Mutación germinal y mutación somática:
Neoplasias embronarias
Síndromes mendellanos con predisposición al cáncer
Neoplasias familiares

Los cambios o mutaciones en la molécula del ADN explican enfermedades que se transmiten de una generación a otra de acuerdo con los patrones de la herencia mendeliana: padecimientos autosómicos dominantes como la acondroplasia, el síndrome de Marfán; autosómicos recesivos, como gran parte de los errores innatos del metabolismo, tales como la fenilcetonuria, la galactosemia o el síndrome de Tay Sachs; ligados al cromosoma X, como la hemofilia o la distrofia muscular de Duchenne.

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

El otro componente genético implica una interacción entre los genes que condicionan una susceptibilidad a presentar el padecimiento y factores ambientales que operan como detonadores o desencadenantes de la enfermedad, como sucede en patologías multifactoriales muy frecuentes en la población general, como la diabetes, la obesidad, la hipertensión arterial, las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, y los trastornos del comportamiento, como la esquizofrenia, el trastorno bipolar y la depresión.

Actualmente se conoce también que hay alteraciones en el material genético de las células somáticas, las cuales se relacionan con la aparición de las neoplasias, las enfermedades autoinmunes, y con este proceso del envejecimiento al que todos estamos condenados.

El otro hallazgo importante estriba en el descubrimiento de patologías que presentan mutaciones tanto en las células gaméticas como en las células somáticas, y que se relacionan con las neoplasias embrionarias, el retinoblastoma, un tumor embrionario que puede ocasionar ceguera, el nefroblastoma o tumor de Wilms, y el neuroblastoma, los síndromes mendelianos con predisposición al cáncer, y las neoplasias que muestran claramente un patrón de transmisión familiar.

Las técnicas de biología molecular permitieron identificar a individuos portadores de genes recesivos que causan patologías cuando el individuo portador tiene descendencia con una mujer también portadora del gen, o diagnosticar antes de la aparición del cuadro clínico florido del padecimiento, lo que se conoce como el diagnóstico presintomático o predictivo, aquellas patologías genéticas que se manifiestan en la edad adulta, como la enfermedad de Huntington o la enfermedad de Alzheimer cuando segrega en la familia una mutación autosómica dominante.

Las implicaciones éticas de estos desarrollos se relacionan con hechos tan importantes como el respeto al derecho de conocer o no conocer, a quién y cuándo realizar las pruebas, y con la confidencialidad del procedimiento, ya que si se difunden los re-

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

sultados en forma indiscriminada pueden surgir problemas para obtener un trabajo, tener un ascenso o adquirir un seguro.

Las técnicas moleculares aplicadas a la citogenética han permitido reconocer cómo las células neoplásicas tienen importantes alteraciones tanto del número como de la estructura cromosómica (estas últimas pasaban desapercibidas con las técnicas habituales de identificación cromosómica). Fue así como la identificación de estos rearreglos permitió el conocimiento de los oncogenes y los genes supresores, avances que han resultado de singular trascendencia para el tratamiento de las neoplasias, especialmente de las leucemias y los linfomas.

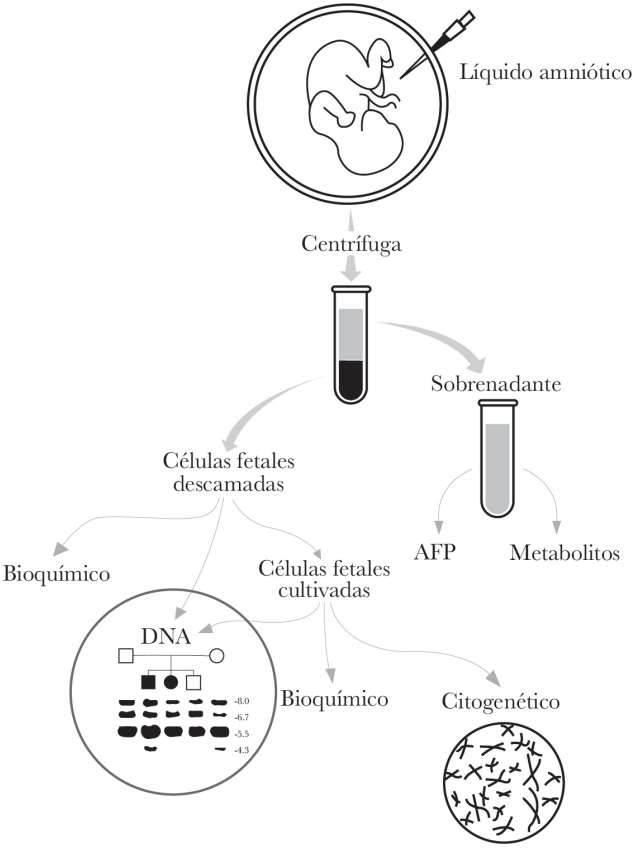
Sin embargo, estas metodologías tienen notables aplicaciones preventivas, por lo que la medicina actual no tiene sólo el enfoque curativo y el alivio del dolor, sino el de prevenir las enfermedades más limitantes, y una manera de hacerlo es mediante el diagnóstico prenatal temprano, cuando se realiza entre la decimasegunda y la decimacuarta semana de gestación, mediante la amniocentesis o la toma de vellosidades coriales (véase figura 3).

Por supuesto, el diagnóstico prenatal también tiene notables implicaciones éticas, legales y sociales. Cabe señalar que actualmente puede realizarse este diagnóstico mediante un método no invasivo, que consiste en estudiar las células que circulan en el torrente sanguíneo de la madre donde se encuentran células procedentes del embrión en desarrollo. El análisis de estas células permite identificar alteraciones cromosómicas y hacer el diagnóstico directo de las mutaciones en el ADN con lo que se evitan riesgos potenciales para la madre y el embrión en desarrollo.

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

Figura 3
TÉCNICA DE DIAGNÓSTICO PRENATAL MEDIANTE AMNIOCENTESIS TEMPRANA



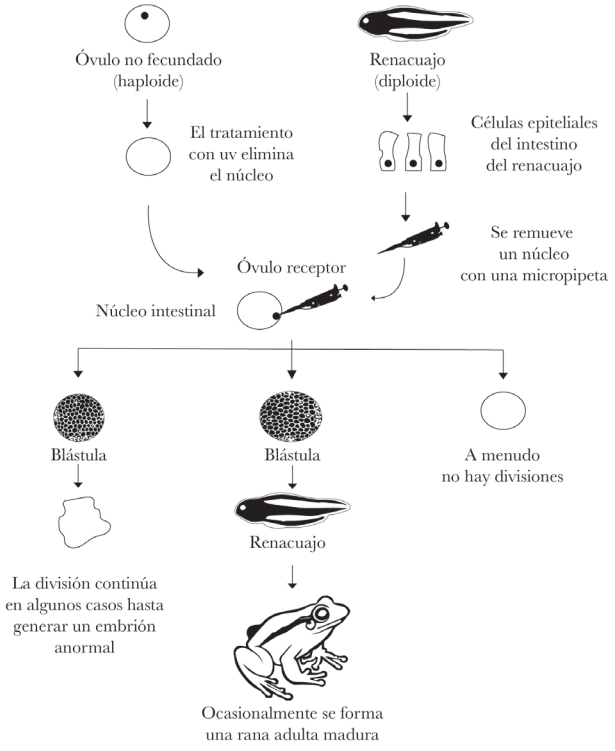
Otro campo muy promisorio de la investigación científica es el relacionado con la manipulación de todo el genoma de las células, iniciado también a mediados del siglo pasado por Gurdon en el Reino Unido. Este experimento pionero y completamente original consistió en tomar el óvulo de una rana, extraer su núcleo y trasplantar a este óvulo enucleado un núcleo somáti-

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

co procedente del intestino de un renacuajo. La mayor parte de los experimentos fueron fallidos, porque no hubo un desarrollo posterior, pero excepcionalmente se logró el desarrollo de una rana adulta que, por supuesto, tenía las características genéticas del renacuajo donador del núcleo. Después de más de cincuenta años de este trabajo pionero, Gurdon recibió finalmente el Premio Nobel de Medicina en 2012 (véase figura 4).

Figura 4
EXPERIMENTO PIONERO DE GURDON SOBRE LA CLONACIÓN



DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

Esta línea de investigación permitió años más tarde la clonación de Dolly, el primer mamífero clonado procedente de una célula adulta, que fue fértil, pero que falleció prematuramente precisamente por el envejecimiento del material genético del que procedía.

Con este desarrollo surgieron dos posibilidades en el campo científico: una, tener lo que se llamó la clonación con propósitos reproductivos, y la otra, enfocada a los aspectos terapéuticos de la patología humana. Se aceptó internacionalmente una moratoria para no llevar a cabo en los humanos la clonación reproductiva, pero sí se permitió abrir nuevos caminos para aplicaciones terapéuticas innovadoras.

Deben señalarse conceptos básicos relacionados con las células troncales, los cuales se incluyen en la tabla 2.

Tabla 2
CÉLULAS TRONCALES

— Totipotentes: originan las tres capas embrionarias y membranas extraembrionarias y placenta.
— Pluripotentes: originan células de las tres capas y células germinales.
— Multipotentes más restringidas: se diferencian en células relacionadas con el tejido o el órgano que las originó de una de las tres capas embrionarias. Células troncales hematopoyéticas. Células del cordón umbilical.
— Ips: Células somáticas reprogramadas usando factores de transcripción: Oct4, Sox2, Klf4, c-Myc.

Las células totipotenciales son aquellas que originan las tres capas embrionarias, las membranas extraembrionarias y parte

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

de la placenta. Las células pluripotenciales originan células de las tres capas embrionarias y las células germinales. Las células multipotentes son más restringidas, y se refieren a la diferenciación en células relacionadas con el tejido o el órgano que las originó en una de las tres capas embrionarias, y son principalmente células troncales hematopoyéticas y células obtenidas del cordón umbilical.

Recientemente, un grupo de investigación en Japón, lidereado por el doctor Yamanaka, quien tuvo como modelo para su investigación científica precisamente a Gurdon, y con quien compartió el Premio Nobel, logró la inducción de células pluripotentes obtenidas de células somáticas con la reprogramación de la información genética contenida en estas células, utilizando algunos factores de transcripción, inicialmente Aif4, Sox2, Oct4 y cMyc. Este último es un oncogén celular que fue rápidamente suplantado por nuevas estrategias, que permiten restringir los riesgos de manipular las células con un oncogén que se relaciona con el fenómeno de la transformación neoplásica.

Si bien inicialmente las células troncales se obtuvieron de la masa celular embrionaria antes de la implantación, de cinco a siete días después de la fertilización, lo que implica también notables objeciones éticas, la estrategia de la reprogramación de células somáticas no sólo permite sobrepasar estas objeciones, sino que presenta ventajas adicionales: se pueden tomar células de un sujeto que tiene alguna patología, principalmente genética, extraer el núcleo de un óvulo no fertilizado y trasportar a éste el núcleo somático, lo que se conoce como la trasferencia nuclear de células somáticas, aplicar estas células terapéuticamente en el mismo paciente sin despertar el rechazo inmunológico.

Esta estrategia terapéutica, que consiste en la inducción de las células pluripotentes (iPSC, por sus siglas en inglés) obtenidas del mismo paciente, presentan grandes ventajas en la investigación biomédica: estas células en cultivo que presentan alguna deficiencia permiten conocer los mecanismos subyacentes cuando se comparan con las células normales, obtenidas por la misma

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

metodología, y pueden ser aplicadas en estrategias terapéuticas más adecuadas y efectivas.

Otra estrategia consiste en obtener células troncales del tejido hematopoyético que pueden originar glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, pero que también cuentan con células troncales epiteliales que originan angioblastos y, lo más importante, originan células troncales mesenquimatosas que pueden diferenciarse en adipocitos, condrocitos, osteocitos y células musculares (véase tabla 3).

Tabla 3
CÉLULAS TRONCALES
Tejido hematopoyético

— Células troncales hematopoyéticas: glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas.
— Células troncales espiteliales: angioblastos.
— Células troncales mesenquimales:
Adipocitos.
Condrocitos.
Osteocitos.
Células musculares.

La obtención de estas células troncales también puede alcanzarse utilizando retrovirus, plásmidos, y más recientemente utilizando microRNAs (miRNAs), que cumplen una función determinante en la activación o apagado de los genes, y que también pueden contribuir a la reprogramación de las células somáticas.

Para la aplicación de estas metodologías hay que tomar en cuenta parámetros tales como el número de células trasplantadas, el tiempo de inyección de las células y el número de dosis aplicadas, para poder comparar los resultados en los distintos

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

centros que actualmente realizan estas aplicaciones terapéuticas. Se debe señalar que la eficiencia del procedimiento todavía es baja, que se requiere aumentar la expansión de las células en cultivo para realizar ensayos clínicos controlados, y que si se utiliza como factor de inducción el oncogén c-Myc, el riesgo potencial de malignización de las células troncales inducidas se puede neutralizar incorporando en ellas el gen de la timidina quinasa, con lo cual se tornan susceptibles a la acción de agentes antivirales, como el ganciclovir, que se aplicaría en caso de que se presentara el fenómeno de la trasformación neoplásica.

Con estos desarrollos se ha llegado al campo de la medicina regenerativa, cuyos objetivos consisten en mejorar la salud y la calidad de vida restaurando, manteniendo o incrementando el tejido y el funcionamiento de los órganos. El desarrollo de este campo ha sido impresionante, ya que el número de ensayos clínicos controlados supera la cifra de tres mil, la mayoría de los cuales se realizan en Asia, Europa y Estados Unidos.

Las principales aplicaciones de las células troncales en la medicina regenerativa se relacionan con las enfermedades multifactoriales muy comunes en la población general, altamente limitantes, y con muy elevados costos de atención médica, que resultan particularmente gravosos para los países en vías de desarrollo (véase tabla 4). Una aplicación muy importante y promisoria consiste en poder realizar un tamiz de los fármacos más eficaces y efectivos probados directamente en las estructuras experimentales obtenidas con las células troncales.

Estos avances presentan importantes repercusiones éticas. Una de las más sobresalientes es que el beneficio que se deriva de su utilización también debe ser aplicado en nuestras poblaciones, ya que no sería ético dejar de ofrecer esta herramienta en los países como el nuestro, que presentan ya un marcado aumento de la población adulta mayor, que se caracteriza por un incremento de las enfermedades crónicas no trasmisibles.

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

Tabla 4
CÉLULAS TRONCALES Y MEDICINA REGENERATIVA

Aplicaciones: — Enfermedades cardiovasculares: insuficiencia cardiaca, ateroesclerosis, síndrome QT prolongado. — Enfermedad vascular cerebral. — Enfermedades neurodegenerativas: esclerosis lateral amiotrófica, alzheimer, parkinson, ataxia, lesiones medulares. — Enfermedades oncohematológicas. — Enfermedades osteoarticulares. — Enfermedades autoinflamatorias. — Enfermedades hepáticas. — Degeneración de la retina. — Anemia de células falciformes, talasemias. — Tamiz para aplicación de fármacos.

Estas aplicaciones tienen que respetar valores éticos trascendentales, como el respeto a la dignidad de la persona humana, valorando su autonomía y el consentimiento informado. Además, hay que respetar rigurosamente la regla de los catorce días, o sea, antes de la formación en el embrión de la línea primitiva, para la obtención y manipulación de estas células troncales que, como ya señalamos en el caso de las células troncales embrionarias, deben obtenerse en el periodo de preimplantación, antes de los cinco a siete días del desarrollo embrionario.

También desde el punto de vista ético deben tomarse en consideración valores relacionados con la vulnerabilidad del ser humano, con el compromiso de fomentar el conocimiento científico con propósitos de beneficencia y con el objetivo de incrementar el bienestar de la humanidad, dentro de una rigurosa valoración moral de la investigación científica (véase tabla 5).

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

Tabla 5
ÉTICA - CÉLULAS TRONCALES

— Vulnerabilidad del ser humano.
— Incrementar conocimiento científico.
— Disminución de la vulnerabilidad.
— Bienestar de la humanidad.
— Valor moral de la investigación científica.
— Protección de los seres humanos.

Existen líneas permisibles de investigación relacionadas con las células troncales, tales como los estudios *in vitro* con células pluripotentes, la obtención de nuevas líneas celulares humanas y la búsqueda de nuevas aplicaciones clínicas en seres humanos. Pero, por otra parte, debe considerarse que existen líneas de investigación que actualmente no son permisibles, las más relevantes de las cuales se incluyen en la tabla 6.

Tabla 6
ÉTICA - CÉLULAS TRONCALES
Categorías no permisibles de investigación

— Cultivo de embriones posterior a catorce días.
— Implantación de células troncales pluripotentes en útero humano o de primates no humanos.
— Implantar quimeras en células gaméticas.

Todos los ensayos que utilizan células troncales deben apegarse a las normas establecidas por la Sociedad Internacional para la Investigación de Células Troncales (International Society for Stem Cells Research [ISSCR]), que comprende cuarenta rigurosas re-

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

comendaciones que deben ser seguidas por todos los laboratorios que en el mundo impulsan este campo de la investigación científica, particularmente cuando se considera que muy recientemente se ha alcanzado el desarrollo de órganos humanos *in vitro*, llamados organoides, que se espera puedan ser aplicados en un futuro no muy lejano en beneficio de los pacientes que los requieran.

Es imperioso mencionar el desarrollo del proyecto más ambicioso que la humanidad ha contemplado en el campo de la investigación biomédica: el Proyecto del Genoma Humano, que consistió en secuenciar las tres mil millones de bases nitrogenadas que constituyen nuestro genoma haploide, y que se acompañó con la secuenciación de los genomas de otras especies. Por las notables implicaciones éticas de este desarrollo, desde su inicio se destinó una parte importante del presupuesto para analizar e investigar los aspectos éticos, legales y sociales involucrados en su desarrollo.

Desde el punto de vista ético de la publicación de sus resultados, es interesante resaltar que el consorcio público, en el que participaban siete países, estaba dispuesto a difundir las secuencias del genoma a medida que éstas se iban generando, publicó los resultados del primer borrador del genoma humano en la revista *Nature*, mientras que las obtenidas por el consorcio privado, que pretendió patentar las secuencias de los genes humanos que han sido producto de un largo y continuo proceso evolutivo, publicó simultáneamente su primer borrador en la revista *Science*.

Este impresionante desarrollo ha permitido un diagnóstico muy temprano de la patología humana y alcanzar la época de la medicina presintomática, predictiva, que ha logrado la meta de la medicina personalizada, que por sus alcances y sus aplicaciones sin precedentes en la historia médica ha sido denominada como la "medicina de precisión".

En este sentido, una era que se avizora promisoria es la de la manipulación de los genes con propósitos terapéuticos, en lo que se conoce como la "terapia génica", que ha sido exitosa en algunas aplicaciones en seres humanos, pero que además ha mostrado resultados sorprendentes en animales de experimentación.

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

Se puede manipular el material genético de las células gaméticas o el material genético de las células somáticas. Como no sabemos cuáles puedan ser las consecuencias potenciales de manipular en los seres humanos los genes de las células gaméticas, los cuales van a pasar a las generaciones futuras, hay una moratoria internacionalmente aceptada para no intentar la terapia génica en estas células, mientras que la terapia de las células somáticas en humanos se encuentra en pleno desarrollo.

Otro campo de enormes posibilidades en biomedicina es la aplicación de la nanotecnología, que no debe limitarse a los países desarrollados, sino que debe aplicarse también en los que se encuentran en vías de desarrollo. En este sentido, un trabajo reciente realizado en la Universidad de Toronto ha demostrado las numerosas aplicaciones de estas metodologías, principalmente en el campo de la salud, la agricultura y la ecología.

Otro aspecto de notable interés es el de la farmacogenómica, orientada al desarrollo de medicamentos más potentes, más seguros, métodos más exactos para determinar la dosis apropiada de los fármacos, mejoras en el descubrimiento de fármacos y en el proceso de su aprobación, y disminución en el costo global de la atención a la salud, ya que por nuestra dotación genética única, cada individuo responde de manera diferente a la aplicación de un medicamento. Con la farmacogenómica se evita la aplicación de medicamentos innecesarios y, lo más importante, se previene la aparición de reacciones adversas. Este aspecto es muy relevante, principalmente en relación con los trastornos del comportamiento y con el tratamiento de las neoplasias.

Estos prodigiosos avances no deben quedar confinados sólo a los países desarrollados, también nuestras poblaciones deben beneficiarse de sus aplicaciones presentes y futuras, dentro del más riguroso marco de normatividad bioética. Tanto el sector de la Salud como nuestras comunidades y los más altos niveles de decisión en la esfera gubernamental, deben prepararse para apoyar y fomentar el desarrollo de este campo de la investigación científica en nuestro país.

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

BIBLIOGRAFÍA

ABUL-HUSN, N. S. *et al.*, "Implementation and Utilization of Genetic Testing in Personalized Medicine", *Pharmgenomics Pers. Med.*, 2014 (7).

ANTONARAKIS, S. E. *et al.*, "Prenatal Diagnosis of Hemophilia A by Factor VIII Gene Analysis", *Lancet*, 1985 (I).

BROCKMÖLLER, J. y TZVETKOV, M. V., "Pharmacogenetics: Data, Concepts and Tools to Improve Drug Discovery and Drug Treatment", *Eur. J. Clin. Pharmacol.*, 2008 (64).

CONDIC, M. L. y RAO, M., "Alternative Sources of Pluripotent Stem Cells: Ethical and Scientific Issues Revisited", *Stem. Cells. Dev.*, 2010 (19).

CREW, K. *et al.*, "Pharmacogenomics and Individualized Medicine: Translating Science into Practice", *Clin. Pharm. Ther.*, 2012 (92).

DAAR, A. S. y SHEREMETA, L., "The Science of Stem Cells: Ethical, Legal and Social Issues", *Exp. Clin. Transp.*, 2003 (2).

DE MIGUEL-BERIAIN, I., "The Ethics of Stem Cells Revisited", *Adv. Drug. Del. Rev.,* 2015 (82-83).

GREENWOOD, H. L. *et al.*, "Regenerative Medicine and the Developing World", *Plos. Med.*, 2006 (3).

GURDON, J. B., *The Control of Gene Expression in Animal Development*, Cambridge, Harvard University Press, 1974.

HYUN, I., *Bioethics and the Future of Stem Cells Research*, Cambridge, Cambridge University Press, 2013.

ISSCR (International Society for Stem Cells Research), *Guidelines for the Clinical Translation of Stem Cells*. New York, ISSCR, 2008.

JEELANI, S. *et al.*, "Theranostics: A Treasured Tailor for Tomorrow", *J. Pharm. Bioallied. Sci.*, 2014 (6), Suppl 1.

JULIEN, C. *et al.*, "Rapid Prenatal Diagnosis of Down's Syndrome with in Situ Hybridization of Fluorescent DNA Probes", *Lancet*, 1986 (2).

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

KING, M. C. *et al.*, "Breast and Ovarian Cancer Risks Due to Inherited Mutations in BRCA1 and BRCA2", *Science*, 2003 (302).

LU, Y. F. *et al.*, "Personalized Medicine and Human Genetic Diversity", *Cold. Spring. Harb. Perspect. Med.*, 2014 Jul 24, 4(9), a008581.

MONK, M. *et al.*, "Preimplantation Diagnosis of Deficiency of HGPRT in a Mouse Model for Lesch-Nyhan syndrome", *Lancet,* 1987 (2).

MOSLI, M. H. *et al.*, "Toward a Personalized Medicine Approach to the Management of Inflammatory Bowel Disease", *Am J Gastroenterol,* 2014 (109).

PARÉ, G., MEHTA, S. y YUSUF, S., "Effects of CYPC19 Genotype on Outcomes of Clopidogrel Treatment", *N. Engl. J. Med.*, 2010 (363).

RAHMAN, N., "Realizing the Promise of Cancer Predisposition Genes", *Nature*, 2014 (505).

RATTRAY, N. J. W. *et al.*, "Taking Your Breath Away: Metabolomics Breathes Life into Personalized Medicine", *Trends in Biotech*, 2014 (32).

SALAMANCA, Fabio, *Citogenética humana. Fundamentos y aplicaciones clínicas,* México, Academia Nacional de Medicina-Edit. Médica Panamericana, 1990.

SALAMANCA, Fabio, *Gregor Mendel. El Olvidado monje del huerto*, México, Pangea- Conacyt, 1988.

SALAMANCA-BUENTELLO, F. *et al.*, "Nanotechnology and the Developing World", *PLoS Medicine*, 2005 (2).

SAUMET, A., MATHELIER, A. y LECELLIER, C. H., "The Potential of MicroRNAs in Personalized Medicine against Cancers", *Biomed. Res. Int.*, 2014 (642916).

STOLTZ, J. F. *et al.*, "Stem Cells and Regenerative Medicine: Myth or Reality of the 21th Century", *Stem Cells Intern*, 2015, ID 734731.

TURSZ, T. y BERNARDS, R., "Hurdles on the Road to Personalized Medicine", *Molecular Oncology*, 2014, 9(5).

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética

Este libro forma parte del acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM
www.juridicas.unam.mx
http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
Libro completo en:
https://goo.gl/4Ab6EG

WANG, H. L. M. y WIESNSHILBOUM R. M., "Genomics and Drug Response", *N Engl. J. Med*, 2011 (364).

WANG, L. y WIESNSHILBOUM, R. M., "Pharmacogenetics and Pharmacogenomics: Development, Science and Translation", *Annu Rev Genomics Hum. Genet.*, 2006 (7).

WILLYARD, C., "Rise of Organoids", *Nature*, 2015 (523).

YIP, V. L. y PIRMOHAMED, M., "Expanding role of Pharmacogenomics in the Management of Cardiovascular Disorders", *Am. J. Cardiovasc Drugs*, 2013 (13).

DR © 2018.
Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México.
Comisión Nacional de Bioética