

XI
HÁGAME OTRO

En un futuro no muy lejano se considerará una
imprudencia tener hijos mediante concepción
natural.

GREGORY STOCK (2000)

Tras esquivar numerosas preguntas sobre la posible clonación de Michael Jackson, la doctora Brigitte Boisselier, directora de Clonaid, reiteró hoy que la política de la compañía es respetar estrictamente la intimidad de sus pacientes. ‘Clonaid se enorgullece de no revelar la identidad de los muchos individuos que se han clonado en los últimos seis años –declaró Boisselier–. Aunque esta política se ha mantenido a expensas de mi reputación, para nosotros es importante que los famosos y otras personas interesadas que contactan con nosotros sepan que no se les traicionará’.
Nota de prensa de Clonaid, 8 de julio de 2009

B2: Ha dicho ‘cosas’, estas ‘cosas’...

SALTER: ¿Eso he dicho?

B2: Los ha llamado ‘cosas’. Creo que descubriremos que son personas.

CARYL CHURCHILL, *Un número* (2002)

Para fabricar un homúnculo hacía falta como mínimo un poco de semen humano. En la época de los patriarcas, cuando se consideraba que el esperma aportaba el alma y la forma del cuerpo, no era indispensable añadir a la mezcla —a la matriz pasiva del organismo en ciernes— el *menstruum* femenino. Esta creencia cambió radicalmente a finales del siglo XIX, cuando Jacques Loeb demostró que un óvulo podía dar lugar a un organismo sin necesidad de entrar en contacto

con el espermatozoide en ningún momento. De un modo u otro, sin embargo, siempre se ha considerado que lo que podríamos denominar antropopeya biológica (para diferenciarla de la mecánica o la química) exige como mínimo un gameto. Las técnicas contemporáneas, tanto las reales como las supuestas, desde la ectogénesis a la FIV, requieren ambos tipos de células germinales.

Esta exigencia, sin embargo, podría tener los días contados. La clonación de la oveja Dolly en 1996 no comenzó exactamente con un óvulo, sino con algo más parecido a una “cáscara de óvulo”, por así decirlo. Dentro de este receptáculo se inyectaron los genes de Dolly, extraídos de una célula que a su vez se había sacado del tejido de la glándula mamaria de una oveja adulta. La clonación de seres humanos ya se ha intentado, y si bien no hay noticias de que haya llegado a implantarse un embrión clonado en un útero, tampoco se conoce ningún motivo que lo haga imposible. Lo más probable es que se lleve a cabo durante la próxima década, aunque ya se sabe que estas predicciones dependen de la suerte.

Sean cuales sean las implicaciones sociales y éticas de la creación de seres humanos clonados, la clonación en sí supone una modificación radical de la imagen clásica de la biología del desarrollo. Para empezar, nos obliga a repensar lo que representa nuestra carne, que ya no sería un simple cúmulo de células especializadas, cada una de las cuales solo tiene sentido en relación a las otras, sino una matriz de la que, en principio, podrían brotar nuevos seres. Si bien la idea resulta inquietante, también sirve para recordarnos que la clonación en parte tiene su origen en la ciencia del cultivo de tejidos, una técnica que permite la producción de células en un medio artificial. De hecho, un cultivo tisular en sí es una especie de clon, ya que las células nuevas son idénticas genéticamente a sus progenitoras. La clonación sigue muy vinculada a este campo, pues está estrechamente relacionada con técnicas de cultivo de células madre que aprovechan la versatilidad en materia de desarrollo que caracteriza a los tejidos de los embriones de pocos días. Esta conexión inaugura un nuevo linaje dentro de la antropopeya moderna, que, como era de esperar, trae aparejado el consabido acervo mitológico de esperanzas y temores.

VIVEROS DE CARNE

Aunque Julian Huxley no tenía la imaginación de su hermano Aldous, no por ello dejó de probar fortuna con la literatura. El ilustre biólogo escribió un cuento titulado “The Tissue-Culture King” [El rey del cultivo tisular], publicado en 1926 por la revista académica *Yale Review*, aunque encontraría mejor acomodo un año después en la recién lanzada *Amazing Stories*, pionera de las publicaciones de ciencia ficción *pulp*. El relato, en cierto sentido, es más extraño que *Un mundo feliz*, pues cuenta la historia del cacique de una tribu que fabricaba amuletos sagrados con pedazos de su propia carne.

Huxley utilizó el viejo recurso literario del viajero que describe la sociedad fantástica que ha encontrado en algún lugar remoto, el mismo artificio que emplearon Tomás Moro en *Utopía*, Jonathan Swift en *Los viajes de Gulliver* y, como ejemplo más evocador para el contexto que nos ocupa, H. G. Wells, amigo íntimo de Huxley, en *La isla del doctor Moreau*. El aventurero de Huxley cae prisionero de una tribu africana aislada cuyos miembros, según descubre, se hallan fascinados por los experimentos de un biólogo británico llamado Hascombe, que antes de quedarse tirado en aquel rincón remoto había sido “investigador en el hospital de Middlesex”. Hascombe ha creado un “Instituto Religioso de Cultivo de Tejidos”, donde aprovecha los poderes místicos protectores que se atribuyen al cacique de la tribu para cultivar sus tejidos y repartirlos como reliquias sagradas entre sus súbditos.

Huxley establece el viejo nexos entre la biología transgresora y la creación de monstruos. Hascombe, al igual que el doctor Moreau, ha engendrado un surtido de fenómenos y se los presenta a los africanos como objetos de adoración: enanos, niñas con bigote, niños con órganos sexuales desarrollados... Su proyecto de crear una raza de vírgenes mediante una especie de partenogénesis basada en los métodos de Jacques Loeb tiene connotaciones bíblicas.

A tenor del optimismo, ingenuidad incluso, de Huxley en cuanto a las posibilidades que presentaba la biología para la mejora de la condición humana, resulta sorprendente la torpe moraleja que embutió al final

del cuento: “Es un tópico de lo más necio seguir afirmando, como hace la mayoría de la prensa y de la opinión pública, que todo aumento de conocimientos y poder científico es bueno en sí mismo”. Sin embargo, cuesta imaginarse a Huxley satisfecho con la situación inversa que rige hoy día, donde prensa y opinión pública suelen sospechar que toda ampliación del poder y del alcance de la ciencia es intrínsecamente mala.

Al igual que su hermano, Julian Huxley basó sus relatos en lo que ocurría en el campo de la ciencia contemporánea. La consolidación del cultivo de tejidos a comienzos del siglo XX parecía insinuar que, si no las personas, al menos la carne humana podría gozar de una especie de inmortalidad.* Es más, la nueva técnica mostró que era posible “cultivar” en el laboratorio partes del cuerpo humano, y tal vez incluso el cuerpo entero.

El cuento de Huxley estaba inspirado en la labor de un cirujano estadounidense llamado Alexis Carrel, colega de Loeb en el Rockefeller Institute de Nueva York. Carrel era uno de los pioneros en trasplante y cirugía de órganos —lo que le valió el Nobel de medicina en 1912— y estaba interesado en la posibilidad de mantener órganos amputados en condiciones de viabilidad. El cirujano había descubierto que los tejidos corporales no solo podían mantenerse “vivos”, sino que si se colocaban en un caldo de cultivo provisto de todos los nutrientes indispensables para las células, seguían creciendo durante muchos días. En 1910 Carrel ya había logrado cultivar tejidos de tiroides y riñones humanos, y posteriormente haría lo propio con tejido cardíaco, demostrando que era posible mantener un corazón de pollo *in vitro* que siguiese creciendo y palpitando. En opinión de Huxley, esos hallazgos significaban que “incluso en los mamíferos, casi todos los órganos del cuerpo son potencialmente inmortales”. Su fe en la posibilidad de la ectogénesis se vio reforzada con esas demostraciones de que era factible mantener tejidos vivos fuera del cuerpo.

* La idea de que el cultivo de tejidos procura una especie de inmortalidad está implícita en el título mismo del libro que escribió Rebecca Skloot sobre cómo la extracción en 1971 de unas células de cáncer del útero de una mujer negra, Henrietta Lacks, proporcionaron una línea celular que hoy suele usarse en la investigación biomédica: *La vida inmortal de Henrietta Lacks* (Macmillan, Londres, 2010).

Los logros de Carrel vinieron a sumarse a la labor partenogenética de Loeb, hasta el punto de que se rumoreaba que el cirujano también estaba a punto de crear vida artificial. Una crónica periodística le otorgaba poderes semejantes a los de Frankenstein: “Juntando partes de diversos animales, Carrel podría construir un ser vivo nunca visto”. Según el escritor de ciencia ficción Jon Turney, la tarea de Carrel “se incorporó al mito del esfuerzo colectivo de la ciencia por crear vida”, algo que quedó patente en la descripción que publicó la revista *Titbits* del cultivo de tejidos que se llevaba a cabo en el hospital *Strangeways* de Cambridge. En este centro investigador, se aseguraba a los lectores, podría usarse “sangre enlatada” para crear un niño artificial. “¿Podrían ustedes amar a un niño químico?”, preguntaba retóricamente, antes de desplegar todo un abanico de mitos antropopéyicos en una misma frase: “¿Se impondrán las criaturas químicas, asexuadas y sin alma, a los auténticos seres humanos?”.

El cultivo y moldeado de tejidos humanos *in vitro* mediante la siembra de células en una malla de polímero biodegradable ya es una técnica plenamente consolidada. Las células, a medida que crecen y se dividen, van colonizando el soporte y produciendo un pedazo de tejido de una forma predeterminada. El soporte, erosionado por efecto del metabolismo de las células, se va desintegrando paulatinamente en forma de reactivos químicos inocuos como el dióxido de carbono. Esta técnica ya se ha utilizado para hacer “piel artificial” destinada a injertos, y en un futuro, mediante “andamios” más complejos sembrados de células de diversos tipos de tejidos, podrían llegar a crearse órganos enteros como hígados o corazones. Si las células cultivadas fuesen las del propio receptor del órgano, se evitaría el problema del rechazo que complica tantos trasplantes. En teoría, cabe imaginar la posibilidad de cultivar un cuerpo humano entero: un adulto hecho y derecho, pongamos por caso, creado a base de forrar de carne una réplica de plástico. La creación de seres humanos mediante cultivo tisular era una de las perspectivas que planteaba Albert Rosenfeld, el redactor de ciencia de la revista *Life*, en su artículo de 1969 (*véase* p. 258). No obstante, aparte de la evidente improbabilidad de que semejante criatura fuese a “cobrar vida” de forma espontánea en cuanto

terminasen de ensamblarse todos los componentes, la complejidad estructural que requeriría el tejido se antoja una dificultad poco menos que insuperable. Por otro lado, muchos tipos de célula, como las neuronas, son capaces de tejer sus propias microestructuras: las células se comunican entre sí produciendo unas moléculas químicas señalizadoras que guían a sus vecinas de modo que compongan la configuración adecuada.

La tarea de esculpir tejidos vivos podría refinarse mediante técnicas de impresión —como las empleadas en las impresoras de chorro de tinta— que envíen las células a los emplazamientos necesarios. Cada boquilla de la “bioimpresora” expediría un tipo de célula distinto, como si fuese un color de tinta primario. Acto seguido, con ayuda de un ordenador, podrían “escribirse” tejidos tridimensionales capa a capa, copiando la disposición que presentan las secciones transversales de los tejidos y órganos de verdad. De este modo, podrían pergeñarse “bocetos” de órganos, dejando que las células, con su capacidad de organización autónoma, se ocupasen de los elementos más delicados, como los minúsculos capilares de los sistemas vasculares. “Las células vivas —afirma el investigador Vladimir Mironov, partidario de este método—, poseen una capacidad única de agruparse para dar lugar a tejidos humanos tridimensionales. Nosotros nos limitamos a colocarlas en el lugar adecuado, con la densidad celular adecuada”. Mironov y otros han demostrado que la bioimpresión, en teoría, da resultado: es posible depositar células en posiciones previstas de antemano sin que acusen negativamente el proceso de impresión.

Según Mironov, “si somos capaces de bioimprimir todos los órganos humanos, por lógica también seremos capaces de imprimir un cuerpo humano entero”; lo cual, en opinión del investigador, supondría “la materialización del sueño de Pigmalión”, esto es: esculpir una estatua viviente que pueda ajustarse al modelo de belleza que se le antoje al escultor. Esta posibilidad no es sino una versión contemporánea de la fantástica “fábrica de robots” de Čapek, en la que se manufacturaban personas artificiales con tejidos y otros componentes confeccionados y moldeados en una cadena de montaje industrial. Mironov reconoce que no está “seguro de que la humanidad esté

preparada para algo así” y duda que llegue a verlo con sus ojos; pero insiste en que “el principal problema seguramente no sea de índole técnica”. La mayoría de investigadores, sin embargo, prevé un futuro mucho más modesto para la ingeniería tisular dentro del ámbito de la medicina regenerativa, donde podría utilizarse para reparar órganos dañados (por ejemplo, cultivando neuronas para combatir enfermedades neurodegenerativas o para curar lesiones de la médula espinal).

CÉLULAS MULTIUSO

Estos avances en ingeniería de tejidos cada vez sacan más partido del carácter proteico de las llamadas células madre, nombre con que se designa a aquellas células que no se han “diferenciado” en tipos de tejido específicos como el hepático, epidérmico o cardíaco. Las células madre están presentes en los embriones durante las primeras fases del desarrollo, y reciben el calificativo de “pluripotentes” por su capacidad de generar cualquiera de los más de doscientos tipos de tejido que existen en el cuerpo humano. (En una fase previa, las células del embrión son “totipotentes”, esto es, capaces de formar también la placenta). Conforme se desarrolla el embrión, las células madre van perdiendo versatilidad; las llamadas células “multipotentes”, por ejemplo, ya solo pueden dar lugar a una variedad limitada de células maduras, como los leucocitos y los hematíes.

La investigación con células madre ha dependido en gran medida de la disponibilidad de tejido embrionario extraído de los embriones “sobrantes” de la FIV. Dado que la extracción de células madre embrionarias destruye el embrión, la investigación se ha visto lastrada por los interrogantes sobre la condición moral del embrión humano que hemos examinado en el capítulo anterior. En un futuro, sin embargo, estas controversias podrían quedar soslayadas gracias a la invención de métodos capaces de hacer que las células de tejidos normales vuelvan a la condición de células madre. La diferenciación celular no viene dada, como se suponía en su día, por la pérdida de genes innecesarios, sino simplemente por el “silencio” de los genes, fenómeno que aún

no se ha explicado del todo pero que al parecer está vinculado a la aplicación de etiquetas químicas en los respectivos tramos de ADN (en el capítulo siguiente analizaremos esta clase de procesos, denominados epigenéticos). En 2007, unos investigadores de Estados Unidos y de Japón descubrieron cómo hacer “células madre pluripotentes inducidas” a partir de células diferenciadas (en este caso, células del tejido conjuntivo llamadas fibroblastos), usando virus para insertar un puñado de los llamados genes codificadores de factores de transmisión (proteínas que se acoplan al ADN y controlan la actividad genética). Ya se ha demostrado que otros factores de transcripción son capaces de convertir directamente un tipo de célula en otro; por ejemplo, se ha conseguido transformar fibroblastos en neuronas completamente activas. En otras palabras, solo con añadir el “condimento” genético adecuado podemos hacer que la piel se convierta en cerebro.

Gracias en gran medida a la investigación con células madre humanas, hay quien piensa que la ingeniería tisular está a punto de crear seres humanos. Jean Rostand ya señaló esta posibilidad, y su relación con la clonación, en 1959:

Si un biólogo extrae de un cadáver [humano] reciente un fragmento minúsculo de tejido, podría usarlo para hacer uno de esos cultivos que, como ya sabemos, son inmortales; y no existe ningún motivo absoluto para pensar que la ciencia perfeccionada del futuro vaya a ser incapaz de rehacer, a partir de ese cultivo, a la persona entera, completamente idéntica a la original [...]. Se trataría, en pocas palabras, de ‘reproducción humana por esquejes’, un método capaz de garantizar la reproducción infinita del mismo individuo; por ejemplo, de un gran hombre.

Aunque en este caso Rostand incurre en un determinismo genético equivocado (*véase* p. 410), el argumento de fondo sigue siendo válido.

El hecho de que las células madre embrionarias puedan dar lugar a cualquier tipo de tejido, con la correspondiente capacidad de generar su propia forma y microestructura, plantea interrogantes sobre la condición moral de las propias células madre. ¿Su destrucción es

equivalente a la de cualquier otro tejido corporal, un frotis bucal, pongamos, o un apéndice extirpado? ¿O las células madre, en virtud de su capacidad latente de convertirse en cualquier elemento del cuerpo humano, ostentan parte de la condición moral de los propios embriones (sea cual sea esta)? Los cultivos de células madre están imbuidos de más poder simbólico que cualquier trozo de carne extraído del cuerpo del rey del cuento de Huxley, pues no solo forman parte del cuerpo del “rey” entendido en su totalidad, sino que parecen estar imbuidos de todas y cada una de sus partes. Las células madre son una especie de esencia humana hecha carne.

Estas connotaciones se dejaban entrever (aunque, la verdad sea dicha, sin aportar un análisis lúcido de las consecuencias) en una serie de televisión británica emitida en 2007 que, según sus creadores, ofrecía una “actualización” del relato de Mary Shelley. En este *Frankenstein* contemporáneo, el científico del título, que en atención a los tiempos que corren es una mujer llamada Victoria, dirige un proyecto que tiene como objetivo crear un corazón a partir de células madre. Cuando Victoria modifica el proceso a escondidas al añadir una gota de sangre de su moribundo hijo, desencadena un cambio que da lugar no a uno, sino a toda una explosión de órganos que se multiplican solos. En un giro más inspirado en Hollywood que en la versión original del experimento de Frankenstein, un rayo cae inesperadamente en el laboratorio y el instrumental se descontrola. Ya se imaginará el lector cómo termina la cosa.

EL PRIMER CLON

Cuando Jacques Loeb indujo la partenogénesis en un erizo de mar, el resultado fue un clon, esto es, un nuevo organismo cuya constitución genética era idéntica a la del que produjo el óvulo.* El biólogo impul-

* Existe, en realidad, una diferencia sutil entre la partenogénesis de un ovocito, que es el precursor de un óvulo maduro, y la del óvulo propiamente dicho. Los ovocitos, como todas las células somáticas (corporales), tienen dos juegos de cromosomas (es decir, son “diploides”), mientras que en el proceso de fecundación los cromosomas se

só así un proceso bastante habitual en la naturaleza, aunque poco frecuente entre los vertebrados (algunos peces y lagartos lo practican), e ignoto en los mamíferos (es decir, no se conoce ningún organismo mamífero que se genere por clonación espontánea). Ahora bien, la clonación entendida como producción de células genéticamente idénticas es el mecanismo habitual por el que se desarrolla cualquier organismo multicelular; todos y cada uno de nosotros somos, en esencia, una confederación de células que se clonan a sí mismas.

En realidad, Loeb no fue el primero que clonó un erizo de mar. El logro hay que apuntárselo al también biólogo alemán Hans Driesch, un antiguo alumno de Ernst Haeckel que trabajaba (como acababa de hacer Loeb) en el Centro de Biología Marina de Nápoles. En 1982, Driesch descubrió que solo con agitar los embriones de erizo de mar en las etapas bicelular y tetracelular, era posible separar sus células. El biólogo esperaba que cada fragmento siguiese creciendo hasta convertirse en la mitad exacta de un erizo de mar adulto, pero para sorpresa suya se encontró con que cada uno daba lugar a un embrión completo (si bien más pequeño). El hallazgo de Driesch significaba que en esa etapa tan temprana de la embriogénesis, las células poseen pluripotencia, es decir, la capacidad de dar lugar a cualquier componente del organismo, lo cual puso en entredicho los experimentos de Wilhelm Roux, otro de los protegidos de Haeckel, que decía haber observado que al destruir una de las dos células de un embrión de rana con una aguja caliente, la otra célula se convertía únicamente en la mitad de un embrión. (El resultado de Roux se debía a la influencia de la célula dañada, que permanecía adherida a la intacta).

dividen de tal modo que los óvulos resultantes solo tienen un juego de cromosomas (son “haploides”), listos para unirse a los de un espermatozoide haploide. (Repárese en que esto significa que justo después de la fecundación, el óvulo no es un organismo viable con un juego completo de cromosomas, sino que contiene demasiados, sin que aún se hayan combinado los cromosomas procedentes de cada gameto). La partenogénesis tanto de ovocitos como de óvulos maduros es posible, y los organismos resultantes son diploides y haploides, respectivamente. Así pues, solo si la partenogénesis tiene lugar en los ovocitos dará lugar a un clon en sentido estricto, con la misma configuración genética que el progenitor. Los embriones de mamífero no pueden desarrollarse por completo a menos que sean diploides.

La hipótesis de la pluripotencia se vio corroborada a comienzos del siglo xx por los experimentos que llevó a cabo un tercer biólogo alemán, Hans Spemann. Al trasplantar tejido de una parte a otra de un embrión de pocos días, Spemann descubrió que el “injerto” daba lugar al tipo de tejido apropiado para el nuevo emplazamiento. El biólogo también consiguió efectuar clonaciones por medios mecánicos, usando una cuerda fabricada con el pelo de su bebé para separar las células de un embrión de salamandra en la etapa bicelular. En 1928, haciendo gala de su destreza para la micromanipulación de células, Spemann transfirió el núcleo de una célula embrionaria de salamandra (el compartimento en el que se alojan los cromosomas) a un óvulo de salamandra recién fecundado al que había extraído los cromosomas para “enuclearlo”.* De ese modo, la célula huésped enucleada recibe efectivamente un nuevo programa genético, convirtiéndose en un clon de la célula de la que se extrajo el núcleo transferido. Spemann descubrió que ese clon creado mediante la llamada “transferencia nuclear” daba origen a un embrión completo, lo que indica que las células de un embrión recién concebido conservan su pluripotencia aun después de varios ciclos de división. El solo hecho de que la transferencia nuclear surta efecto ya es extraordinario, pues el núcleo, pese a lo que puedan dar a entender algunos diagramas esquemáticos, no es un simple saco membranoso que flota en el medio líquido del citoplasma, sino que su carioteca o membrana nuclear está unida a las numerosas estructuras submicroscópicas presentes en el citoplasma, con lo cual es probable que la extracción del núcleo resulte traumática. Según los creadores de la oveja Dolly, se trata de una alteración tan profunda como un trasplante cerebral.

¿Cuánto tiempo, se preguntaba Spemann, dura la versatilidad de las células embrionarias? En 1938, tres años después de recibir el Nobel,

* Valga el uso aproximado del término. Aunque la mayoría de las células de los organismos superiores posee un núcleo bien definido y delimitado por una membrana, en cuyo interior se encuentran los cromosomas, no ocurre lo mismo con los ovocitos. Así pues, el término “enucleación” es más bien una forma eufemística de designar la extracción de los cromosomas huésped.

el biólogo especuló sobre la posibilidad de realizar un “experimento fantástico” en el que pudiese usarse una célula tisular totalmente diferenciada —una célula somática— como donante de un núcleo para efectuar una clonación de ese tipo, proceso que hoy en día se conoce como transferencia nuclear de células somáticas (TNCS); pero carecía de los medios técnicos para llevarlo a cabo.

La práctica secular de injertar esquejes en las plantas es otra forma de clonación; de ahí procede, de hecho, el término (“clon” en griego significa retoño). La clonación a partir de células individuales es algo muy distinto; pero como las plantas, por alguna razón desconocida, conservan células madre pluripotentes a lo largo de su existencia con más frecuencia que los animales, el objetivo es más fácil de alcanzar. Las primeras plantas que se clonaron artificialmente a partir de cultivos celulares fueron unas humildes zanahorias, en 1958. La aplicación de la técnica a la horticultura de gama alta era potencialmente lucrativa y tan solo dos años después ya se clonaban orquídeas a partir de células individuales.

Por entonces también se había logrado clonar animales superiores. En 1955, Robert Briggs y Thomas King explotaron la veta abierta por Spemann al clonar renacuajos mediante transferencia nuclear en un laboratorio de Filadelfia. Los óvulos de los anfibios, en especial los de las ranas, resultan idóneos para este tipo de cirugía en virtud de su gran tamaño y singular resistencia. Briggs y King extrajeron los núcleos de células embrionarias que habían pasado por numerosos ciclos de división, en un momento en que los embriones contenían entre ocho mil y dieciséis mil células, lo que demostraba que ni siquiera en una etapa tan avanzada habían perdido la pluripotencia.

En 1963, el embriólogo chino Tong Dizhou aplicó prácticamente el mismo principio para clonar peces. Y en las décadas de 1950 y 1960, John Gurdon, un biólogo de Oxford, empezó a transferir núcleos de células somáticas de un batracio, la rana de uñas africana, usando células diferenciadas del intestino como donantes de cromosomas. Gurdon fue capaz de criar ranas adultas a partir de embriones engendrados de esa forma. Pero no logró producir ranas a partir de células donantes totalmente adultas.

El caso de los mamíferos era más complicado. En 1979, Steen Willadsen, un científico danés de la universidad de Cambridge, clonó la primera oveja mediante escisión de un embrión bicelular. Cinco años después lo logró por transferencia nuclear de células embrionarias, que como método suponía un reto más estimulante; y en 1985 clonó una vaca a partir de células de un embrión de una semana que ya habían empezado a diferenciarse. En 1981, el embriólogo alemán Karl Illmensee y su colega estadounidense Peter Hoppe afirmaron haber conseguido la primera clonación de un mamífero (un ratón) por transferencia nuclear, pero el supuesto logro nunca se corroboró ni repitió.

En 1986, en cambio, se anunció la clonación auténtica de un ratón, y nueve años después, Ian Wilmut y Keith Campbell, del Instituto Roslin, un laboratorio de investigación estatal de Escocia, clonaron dos ovejas llamadas Megan y Morag a partir de células embrionarias que se habían cultivado durante varias semanas para que no hubiese dudas sobre su condición de diferenciadas. (Por lo general, las células madre, si se cultivan el tiempo suficiente, se transforman en fibroblastos de forma espontánea). Ese mismo año, los investigadores del Roslin crearían un cuarteto de ovejas clónicas llamadas Cedric, Cecil, Cyril y Tuppence a partir de un cultivo de células embrionarias de nueve días. Wilmut y Campbell utilizaron un estímulo eléctrico para provocar la fusión de las células donantes y los ovocitos enucleados, induciendo así una transferencia nuclear.

‘HELLO’, DOLLY

En vista de todos esos antecedentes, sorprende que la opinión pública no hubiese reparado en los enormes progresos experimentados por la técnica de clonación hasta el anuncio, en 1997, del nacimiento de la oveja Dolly. Lo que hacía especial a Dolly era que se había clonado por TNCs, más concretamente por transferencia nuclear de una célula totalmente diferenciada, extraída de la ubre de una oveja que llevaba mucho tiempo muerta. (El nombre de Dolly se debe a que los investigadores, en un alarde de humor escolar, asociaron el origen de

la célula progenitora a la cantante Dolly Parton). Hasta la década de 1980, casi todos los científicos seguían pensando que la diferenciación celular que da lugar a tejidos especializados desactivaba para siempre todos los genes que no eran necesarios. Ni siquiera los experimentos de transferencia nuclear con células embrionarias de unas pocas semanas de vida ofrecían motivos para creer que la pluripotencia del genoma de una célula seguía siendo accesible en su madurez. Sin embargo, la clonación de Dolly demostró que los genes no expresados podían reactivarse de forma bastante simple (en este caso, solo con privar de nutrientes a la célula antes de transferir su núcleo). Una vez más fue Jean Rostand quien anticipó esta posibilidad de clonar a partir de células maduras, cuando afirmó que “hasta la última brizna de carne está cargada de potencia generadora”. “En todos y cada uno de los elementos de una criatura viviente –escribió el filósofo–, reside el principio de la criatura entera”.

El mensaje de Dolly se captó al instante. Si la clonación solo da resultado con células embrionarias, ya es muy tarde para el lector y para el autor de estas páginas. Pero si lo que se hizo con Dolly pudiese hacerse con seres humanos, se nos podría clonar a todos.

A ojos de Wilmut y Campbell, Polly, una oveja clonada nacida en 1997, podía ser una criatura más importante que Dolly, pues encarnaba uno de los objetivos fundamentales de los dos investigadores: estaba modificada genéticamente. Introducir genes modificados en células, además de complicado, es una lotería. Pero si se intenta en un cultivo de muchas células madre embrionarias, los escasos aciertos que se logren pueden detectarse mediante pruebas genéticas. Si a continuación, mediante transferencia nuclear, se consigue que esas células se desarrollen y den lugar a embriones, podrá crearse un animal genéticamente modificado. Y con suerte, las modificaciones persistirán en los gametos de la criatura, con lo cual, mediante técnicas de cría normales y corrientes, podrá engendrarse un rebaño entero de animales modificados (por ejemplo, dotados de genes que produzcan fármacos proteínicos en su leche).

Aparte de las aplicaciones biomédicas, son varias las razones por las que alguien podría querer clonar animales. Por ejemplo, sería un

medio de propagar los mejores especímenes, como las buenas vacas lecheras, sin que sus genes se diluyesen por reproducción sexual. Unos animales de laboratorio, como ratas y ratones, de idéntica constitución genética constituirían una población estandarizada de gran utilidad para investigaciones. Y la capacidad de clonar animales, y tal vez mantener en congelación una reserva de embriones clonados, podría ser valiosa para la conservación de especies amenazadas. Estos objetivos, sin embargo, apenas han recibido atención fuera de los medios especializados, pues por lo general se ha dado por hecho que las ovejas solo eran un peldaño hacia la clonación de seres humanos.

Existen sobrados motivos médicos para clonar células humanas que no tienen nada que ver con la clonación de personas enteras; por ejemplo, como hemos visto, podrían usarse células madre o somáticas clonadas para generar cultivos tisulares genéticamente adecuados al donante con vistas a injertos y regeneración de órganos y nervios. Pero en el debate sobre clonación humana rara vez se mencionan las aplicaciones de este tipo. Lo que nos fascina es la posibilidad de llegar a “copiarnos”.

LAS GUERRAS CLÓNICAS

Morag y Megan no pasaron inadvertidas. El *Daily Mail* describió la clonación de las ovejas con el maniqueísmo marca de la casa, preguntando si se trataba de “monstruos o milagros” (dando a entender que tenían que ser una cosa u otra). Otras crónicas resucitaron el tema de la “extinción del sexo” al señalar que la creación de los corderos no había requerido esperma. “¿Cada oveja sin su pareja?”, bromeó el *Daily Telegraph*, mientras *The Observer* se permitía juegos de palabras aún más desvergonzados: “Otra vez clones, faltaría más: los machos no participan en la ingeniería de embriones: todo es cuestión de echarle óvulos”.

Pero la estrella indiscutida era Dolly. Su debut en un artículo de *Nature* firmado por Wilmut, Campbell y sus colegas saltó de inmediato a las portadas de todos los periódicos, y enseguida quedó claro que