



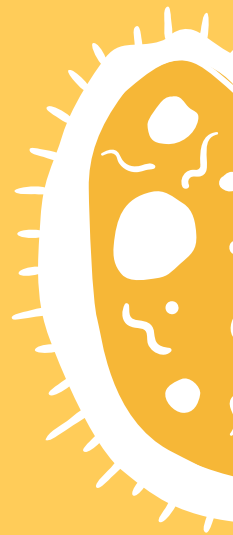
Parc Científic de Barcelona
UNIVERSITAT DE BARCELONA

Cap a on ha d'anar la humanitat?

**Debats de bioètica sobre els límits de la ciència
i el futur de l'espècie**



Una proposta didàctica desenvolupada amb el suport de la Fundació Víctor Grífols i Lucas i de la mà d'en Salvador Macip, metge, investigador, escriptor i divulgador



Us presentem una proposta didàctica per treballar diversos temes d'actualitat i d'importància social usant les eines que ens proporciona la bioètica. L'objectiu és aprendre a reflexionar, a indagar els nostres propis valors i límits, per entendre la importància dels canvis socials que poden introduir els avenços científics. A la porta d'una nova revolució tecnològica i científica, és important adonar-se que la recerca té molt a veure amb nosaltres i amb el nostre futur, i no és només una activitat limitada als laboratoris.

A continuació, trobareu tres històries que plantegen reptes bioètics en tres àmbits punters de la investigació més innovadora que s'està fent actualment i que més pot canviar la societat i, fins i tot, la nostra espècie.

També us fem suggeriment d'algunes dinàmiques que podeu fer servir per treballar-les a l'aula. Un bon complement per a totes elles, tant a l'inici com al final, pot ser que el propi alumnat investigui més aspectes del "Sabies què".

Després de l'experiència i el treball a l'aula deixeu-nos el vostre feed-back



Organitza:



Parc Científic de Barcelona
UNIVERSITAT DE BARCELONA

Amb la col·laboració:



→ **Dinàmica 1**

Fes una afirmació sobre la temàtica (p. ex. “s’ha de prohibir la manipulació genètica d’embrions humans”)

Demana que es facin dos grups, un per defensar-la i un per anar-hi en contra, i que l'alumnat esculli el que vol fer.

Sorprent-los fent un gir, els qui volien defensar-la que hi vagin en contra i els que volein anar-hi en contra que la defensin. Això obliga l'alumnat a veure les coses des de l'altre punt de vista i no quedar-se amb la primera impressió.

→ **Dinàmica 2**

Fes dos grups de debat. Aquests treballaran els seus arguments i hauran de convèncer la resta de la classe. Al final els “espectadors” hauran de votar qui dels dos els ha convençut més.

→ **Dinàmica 3**

Marca dues línies al terra ben separades, una serà "totalment a favor" i l'altre "totalment en contra".

Fes una afirmació sobre la temàtica (p. ex. “s’ha de prohibir la manipulació genètica d’embrions humans”) i demana a l'alumnat que es posi on cregui o se senti més còmode.

A partir d'aquesta foto fixe, cada estudiant argumentarà la seva posició per ordre, permetent que a cada torn l'alumnat pugui modificar la seva posició. També pots anar aportant informacions del "Sabies que..?" o el "Pensa-hi..." per ajudar-los a anar treballant l'argumentari. L'alumnat veurà que les opinions es poden canviar segons anem reflexionant o ens anem informant.

Comencem!



1



Fills a la carta



Repte bioètic

El Dr. Riera té una clínica de la fecundació in vitro d'èxit. Avui, veu tres parelles al seu despatx.

Els Martínez Hernández han passat per dos cicles a la clínica i, tot i que aparentment havien produït embrions d'alta qualitat, el procediment al final havia fallat. Avui parlen de provar el cribratge genètic preimplantacional: comprovar que els embrions tenen el nombre correcte de cromosomes abans d'implantar-los a l'úter matern. Podria resultar ser el factor clau: alguns informes recents demostren que un percentatge important d'avortaments espontanis es deuen a anomalies cromosòmiques. De pas, els Martínez Hernández volen triar el sexe del seu fill: els agradaria un nen.

Els Lluch Romagosa també havien estat a la clínica abans. La seva filla Marta té beta-talassèmia, un trastorn de la sang causat per una mutació hereditària en un gen. Sense saber-ho, els dos pares eren portadors de la malaltia. Les lleis de la genètica diuen que tenen un 25% de possibilitats que un segon fill tingui la mateixa malaltia. Romagosa no volen assumir aquest risc, per això volen assegurar-se que l'embrió no portarà els gens de la talassèmia abans d'implantar-lo a l'úter. Per a això els cal un Diagnòstic Genètic Preimplantacional. En Romagosa, però, volen una segona prova per assegurar-se que el nou fill sigui genèticament prou semblant a la Marta per a ser un donant potencial. Així podrien treure cèl·lules mare del cordó umbilical que es podrien trasplantar a la Marta i, amb una mica de sort, curar-la. Això es coneix com un procediment de germans salvadors.

Quan arriba la tercera parella, els Grau Batlle, venen acompanyats d'una senyora

–Soc la intèrpret dels senyors Grau Batlle– diu la senyora–. Tots dos són sords de naixement. Fa tres anys que viuen junts i ara volen formar una família. Han llegit que és possible utilitzar proves genètiques per saber si un nadó serà sord o no.

–I tant – diu el Dr. Riera–. Es coneixen diversos gens que poden causar sordesa. Podem escollir i implantar un embrió que no comparteixi la seva discapacitat.

–Em temo que ho ha entès malament –l'interromp la senyora–. Els Grau Batlle no es consideren discapacitats: volen assegurar-se que el seu fill sigui sord.

Pensar-hi...

01

Si la família Grau Batlle hagués estat demanant evitar que el seu nadó fos sord, hauria estat un ús adequat del cribratge genètic?

03

Quines conseqüències psicològiques pot tenir per a algú saber que va ser concebut principalment per ser un donant pel seu germà?

05

Estàs d'acord amb aquests usos de la fecundació in vitro?

07

Com es defineix una discapacitat?

02

El fet que vulguin assegurar-se que el nen sigui sord fa que la seva decisió sigui moralment incorrecta?

04

Penseu en les altres parelles. Venen a la clínica per diversos motius: per intentar tenir un nadó sa i escollir-ne el sexe, o per produir un donant per a l'altre fill (un "germà salvador")...

06

S'hauria de deixar que els pares escollissin el sexe dels seus fills?



Vocabulari essencial

Reproducció assistida

Conjunt de tècniques destinades a ajudar les parelles a quedar-se embarassades, entre elles la Inseminació Artificial i la FIV.

Fecundació in vitro (FIV)

Actualment, és el sistema de reproducció assistida més comú. Amb aquesta tècnica, els òvuls són fecundats per espermatozoides en una placa de petri i s'hi incuben durant uns dies mentre es controla el seu desenvolupament. Després s'implanten en un úter.

Diagnòstic Genètic Preimplantacional (DGP)

Anàlisi genètica d'un embrió abans que s'implanti en un úter en un procediment de reproducció assistida. Es pot utilitzar per comprovar si hi ha trastorns genètics específics comuns que causen malalties, però també es pot utilitzar per triar el sexe de l'embrió o un "germà salvador".

Portador

Una persona és portadora si només té una còpia defectuosa d'un gen responsable d'una malaltia que només apareix si es tenen les dues còpies defectuoses. El portador no pateix la malaltia, però corre el risc de transmetre-la als seus fills si s'aparella amb un altre portador.

Germà salvador

Forma de DGP en la qual es comprova als embrions si hi ha problemes importants en les estructures dels seus cromosomes.

Cribratge Genètic Preimplantacional (PGS)

Terme usat per definir un nadó concebut a través de FIV com a donant potencial de teixits per a un germà malalt. Es realitza un DGP abans per determinar si l'embrió té prou coincidència genètica per al receptor del trasplantament.



Sabies què...?

01

La llei que regula la reproducció assistida varia a cada país. Per exemple, al Regne Unit no pots escollir el sexe dels embrions que s'implanten però a Espanya sí. Què creus que és millor?

03

El percentatge d'èxit de la FIV és del 25-30% i es redueix a mesura que augmenta l'edat de la dona. Això vol dir que es perden molts embrions. I molts no s'arriben a usar i es guarden congelats. Què s'hauria de fer amb aquests embrions? Guardar-los, donar-los, fer-ne ús per recerca, destruir-los?

02

8 milions de nens al món han sorgit de la FIV, des que el 1978 va néixer Louise Brown al Regne Unit.

04

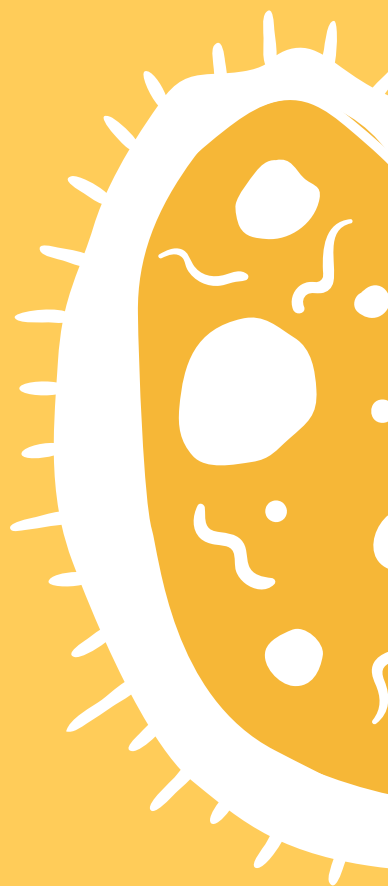
El cas dels pares que buscaven un fill sord és real: Tomato Lichy and Paula Garfield van demanar-ho al Regne Unit el 2008. Es va passar una llei per prohibir-los-ho.



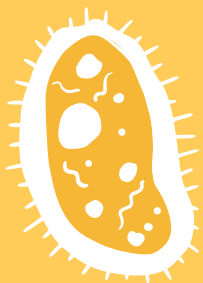
Següent repte



2



Biologia sintètica



Repte bioètic

BioSolutions és l'empresa que ha produït el primer eco-combustible veritablement net. Han rebut un munt de premis per contribuir a reduir el canvi climàtic. Però una falla en el disseny en una de les plantes havia causat un desastre ecològic.

Els Científics de BioSolutions havien creat la *Klebsiella synthetica*, un nou microbi artificial capaç de generar etanol. Això permetia aprofitar la biomassa dels vegetals per obtenir energia. La fuga havia alliberat el bacteri sintètic a la natura, que s'havia escampat i havia atacat cultius propers. S'havia estès tan de pressa que abans que ningú pogués pensar en una possible solució, l'organisme artificial ja es trobava per tot el continent. A més, la seva capacitat de produir etanol a partir de les plantes havia provocat la contaminació de rius i llacs i la mort d'innombrables espècies aquàtiques.

El personal científic finalment van trobar una solució. L'anomenaven l'ultraK-T4. Era un virus modificat genèticament d'una família que només atacava bacteris. Per tant, no hi havia risc que pogués infectar humans o animals. Amb algunes modificacions fetes al laboratori, l'ultraK-T4 es va convertir en el pitjor enemic de *Klebsiella synthetica*. El nou microorganisme va ser alliberat immediatament. Va començar a destruir diligentment el bacteri fins que, molts mesos després, ja no se'n trobava cap a les aigües o els camps. Això era combatre foc amb foc, però havia funcionat, que era el més important.

Però un cop tota la *Klebsiella synthetica* va ser eliminada de l'ecosistema, l'ultraK-T4 ja no tenia més preses per atacar. Sota aquesta pressió selectiva, no van tardar gaire temps a sorgir mutants. Aquests nous virus van començar a atacar altres bacteris innocents, alguns d'ells essencials pels processos necessaris per mantenir la vida que omplia els camps i les aigües. Quina solució hi hauria ara per aquest desastre?

Pensar-hi...

01

Podem estar segurs que un organisme sintètic o manipulat no s'escaparà del laboratori on s'està estudiant?

02

Quin grau de risc hauria de ser acceptable? És possible eliminar qualsevol risc de bioerror o bioterror?

03

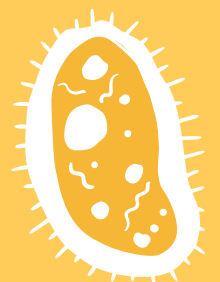
S'ha de permetre manipular genèticament els organismes, malgrat els riscos, per obtenir-ne beneficis?

04

S'hauria de permetre als científics utilitzar noves tecnologies si no poden estar 100% segurs de la seva seguretat?

05

Cal posar límits la ciència per protegir la humanitat? Qui l'hauria de regular?



Vocabulari essencial

Organisme sintètic

Un organisme construït des de zero al laboratori.

Organisme dissenyat genèticament

Qualsevol organisme natural, incloses plantes i animals, que hagi estat modificat genèticament al laboratori.

Biomassa

Material biològic, molt sovint vegetal, que representa una alternativa als combustibles fòssils com a font d'energia.

Xassis

En l'argot de biologia sintètica, una espècie de bacteri que s'utilitza per introduir-hi un genoma artificial muntat al laboratori.

Genoma

El material genètic complet d'un organisme, contingut en el seu ADN.

Enzims de restricció

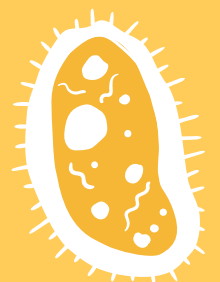
'tissors' moleculars utilitzades per tallar l'ADN en una posició concreta.

Bioerror

L'alliberament accidental d'un organisme dissenyat o sintètic.

Bioterror

L'alliberament intencionat d'un organisme dissenyat o sintètic com a part d'una campanya terrorista.



Sabies què...?

01

Ja existeix el primer organisme sintètic. Es diu Synthia (nom tècnic: *Mycoplasma laboratorium*) i és un bacteri amb un genoma fabricat de zero al laboratori. Però no és del tot sintètic, ja que es va fer servir una “carcassa” buida (sense informació genètica) a partir d'un altre bacteri.

03

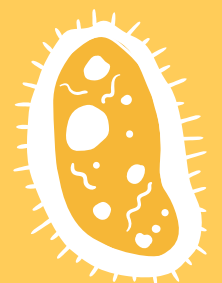
A la vida real ja s'han generat organismes genèticament modificats per alliberar-los i solucionar problemes de salut, però encara estan en fase de proves. El cas més conegut és el dels mosquits que transmeten la malària: s'han fet modificacions que els tornen estèrils, i quan aquests insectes es barregen amb els mosquits normals, en unes quantes generacions, la població baixa gairebé a zero. Seria una manera molt efectiva de frenar la malària. Es podria fer servir una tècnica similar per frenar espècies invasores que destrueixen els ecosistemes. Però el perill és que, com a la història que explicàvem, l'organisme modificat acabi convertint-se en un perill pitjor si no es tenen en consideració totes les possibilitats. Per això s'està anant molt amb compte abans d'alliberar aquests organismes a la natura.

02

Els virus que destrueixen bacteris existeixen de forma natural. Es diuen fags (diminutiu de bacteriòfag) i es podrien fer servir algun dia com antibiòtics (de fet, ja s'han provat en algun cas d'infecció greu).

04

Els organismes que s'estudien al laboratori poden escapar-se a causa d'algun accident. És poc habitual (perquè hi ha moltes mesures de seguretat) però a vegades ha passat. Per exemple, el primer brot de la malaltia de Marburg (semblant a l'Ebola) va sortir d'un laboratori a Alemanya que estudiava micos per fer vacunes. No sabem encara si la covid seria també un cas d'accident de laboratori.



Següent repte



3



Millobes humanes



Repte bioètic

El Sr. Pérez intenta agafar l'alè. Pujar aquest últim tram d'escales li està costant molt. El Doctor Guasch té el seu despatx a l'última planta de la clínica i precisament avui s'havia d'espalllar l'ascensor! Arriba esbufegant i la infermera el fa passar immediatament

–Tenim els resultats de les proves que vam fer la setmana passada –i explica el Dr. Guasch–. Em temo que no tinc bones notícies... Comencem pels pulmons. Estan en bastant mal estat: ja han perdut un 80% de capacitat i segurament deixaran de funcionar del tot en menys de 6 mesos. El genoll dret necessita una intervenció, i l'esquerre va pel camí. És probable que perdi la capacitat de caminar en els pròxims dos anys, si no fem res. I, finalment, el seu fetge està a les últimes

El Sr. Pérez no està gens sorprès. Són molts anys de mals hàbits. Mai no ha rebutjat una copa i ha estat fumador els últims cinquanta anys. No s'ha preocupat mai de menjar sa o de fer exercici. No és d'estranyar que el seu cos estigui en aquestes condicions. De fet, el sorprenent és que hagi aguantat tant.

–D'acord, anem al gra –diu secament–. Quant em costarà, tot això?

El Dr. Guasch somriu i prem un botó. Una pantalla blanca baixa del sostre. Un projector comença a mostrar imatges de pulmons, cors, ulls, fetges. Òrgans d'aspecte saludable, nets i llestos per utilitzar.

–Els nostres recanvis són de primera, com es pot imaginar –li explica–. Només utilitzem la millor tecnologia. Fabriquem els teixits als nostres propis laboratoris a partir de les millors cèl·lules mare embrionàries disponibles. Poden estar llestos en poques setmanes. En uns mesos, serà un home nou.

El Sr. Pérez mira els preus que hi ha al costat de cada imatge i assenteix. S'ho pot permetre. De fet, és un preu força baix per poder enganyar la mort.

–D'acord –diu–. I, ja que hi som, podríem millorar també l'oïda i la vista?

–No veig que estiguin malament –diu el doctor Guasch mirant els seus arxius.

–Cert, però m'agradaria poder escoltar fins i tot les converses en veu baixa i tot el que passa al meu voltant –treu la Visa platí i la deixa sobre la taula–. Soc un home curiós, jo.

El Dr. Guasch torna a somriure.

–Per descomptat. També ens n'ocuparem.

Pensar-hi...

01

Quins avantatges pot tenir disposar d'òrgans "de recanvi"?

03

Cal desenvolupar teràpies de medicina regenerativa com aquestes sí, almenys al principi, només els rics se les podran permetre?

05

I si la substitució fos amb peces mecàniques? S'han de barrejar humans i màquines?

07

Utilitzaríeu una millora tecnològica per modificar-vos encara que estiguéssiu totalment sans? Fins on arribaríeu per convertir-vos "millors"?

05

S'hauria de permetre qualsevol modificació? O s'haurien de posar alguns límits?

02

S'hauria d'exigir a les persones que cuidat bé els seus cossos abans de tenir accés a tractaments com aquests?

04

Voldríeu substituir els vostres òrgans si per fer-ho calgués destruir embrions humans?

06

És el mateix substituir un òrgan defectuós que millorar un cos sa? S'ha de permetre?

08

Quines conseqüències pot tenir que la medicina regenerativa allargui substancialment la qualitat de vida i l'esperança de vida a una part de la població?



Vocabulari essencial

Cèl·lules mare

Cèl·lules capaces de generar tots (o alguns) dels diferents tipus de cèl·lules especialitzades d'un organisme. La majoria de les cèl·lules d'un embrió posseeixen aquest potencial, d'aquí l'interès per les cèl·lules mare embrionàries.

Cèl·lules IPS

Cèl·lules pluripotents induïdes. Cèl·lules d'un organisme adult que es reprogramen genèticament o químicament per comportar-se com cèl·lules mare.

Posthumà

Un ésser humà que ha estat modificat o millorat amb tècniques genètiques, biòniques, etc. Un cibernètic (barreja d'humà i màquina) podria ser un posthumà.

Medicina regenerativa

Nous estudis mèdics orientats a substituir teixits i òrgans per altres de nous creats al laboratori, per tal de curar malalties.

Transhumanisme

Teoria filosòfica que proposa que hem d'utilitzar tots els recursos disponibles per millorar les capacitats i capacitats dels humans. Els que s'oposen al transhumanisme de vegades s'anomenen bioconservadors.



Sabies què...?

01

Els cíborgs ja existeixen! De moment, les úniques “peces de recanvi” que tenim són pròtesis mecàniques. Persones com Neil Harbisson, que porta una càmera connectada al cervell, s'autoanomenen cíborgs. Et canviaries alguna part del teu cos per una de mecànica?

03

L'única manera que tenim actualment de substituir un òrgan quan s'espatlla és un trasplantament, però això té el problema de la dificultat de trobar donants i del rebuig, que es dona perquè el sistema immune ataca tot el que és estrany. Per això ara s'està treballant amb òrgans de porc (que tenen una mida semblant als humans) modificats genèticament perquè no generin rebuig.

02

Tot i que encara no podem crear òrgans al laboratori, sí que s'ha aconseguit crear “organoides”, versions en miniatura d'òrgans com el fetge, els pulmons o els ronyons, fets amb cèl·lules. Serveixen per estudiar les funcions d'aquests teixits, però un algun dia potser es podrien usar per substituir els originals.



Fitxes per imprimir





Repte bioètic

El Dr. Riera té una clínica de la fecundació in vitro d'èxit. Avui, veu tres parelles al seu despatx.

Els Martínez Hernández han passat per dos cicles a la clínica i, tot i que aparentment havien produït embrions d'alta qualitat, el procediment al final havia fallat. Avui parlen de provar el cribratge genètic preimplantacional: comprovar que els embrions tenen el nombre correcte de cromosomes abans d'implantar-los a l'úter matern. Podria resultar ser el factor clau: alguns informes recents demostren que un percentatge important d'avortaments espontanis es deuen a anomalies cromosòmiques. De pas, els Martínez Hernández volen triar el sexe del seu fill: els agradaria un nen.

Els Lluch Romagosa també havien estat a la clínica abans. La seva filla Marta té beta-talassèmia, un trastorn de la sang causat per una mutació hereditària en un gen. Sense saber-ho, els dos pares eren portadors de la malaltia. Les lleis de la genètica diuen que tenen un 25% de possibilitats que un segon fill tingui la mateixa malaltia. Romagosa no volen assumir aquest risc, per això volen assegurar-se que l'embrió no portarà els gens de la talassèmia abans d'implantar-lo a l'úter. Per a això els cal un Diagnòstic Genètic Preimplantacional. En Romagosa, però, volen una segona prova per assegurar-se que el nou fill sigui genèticament prou semblant a la Marta per a ser un donant potencial. Així podrien treure cèl·lules mare del cordó umbilical que es podrien trasplantar a la Marta i, amb una mica de sort, curar-la. Això es coneix com un procediment de germans salvadors.

Quan arriba la tercera parella, els Grau Batlle, venen acompanyats d'una senyora

–Soc la intèrpret dels senyors Grau Batlle– diu la senyora–. Tots dos són sords de naixement. Fa tres anys que viuen junts i ara volen formar una família. Han llegit que és possible utilitzar proves genètiques per saber si un nadó serà sord o no.

–I tant – diu el Dr. Riera–. Es coneixen diversos gens que poden causar sordesa. Podem escollir i implantar un embrió que no comparteixi la seva discapacitat.

–Em temo que ho ha entès malament –l'interromp la senyora–. Els Grau Batlle no es consideren discapacitats: volen assegurar-se que el seu fill sigui sord.

Pensar-hi...

01

Si els Grau Batlle haguessin estat demanant evitar que el seu nadó fos sord, hauria estat un ús adequat del cribratge genètic?

02

El fet que vulguin assegurar-se que el nen sigui sord fa que la seva decisió sigui moralment incorrecta?

03

Com es defineix una discapacitat?

04

Quines conseqüències psicològiques pot tenir per a algú saber que va ser concebut principalment per ser un donant pel seu germà?

05

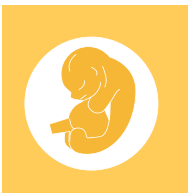
Penseu en les altres parelles. Venen a la clínica per diversos motius: per intentar tenir un nadó sa i escollir-ne el sexe, o per produir un donant per a l'altre fill (un "germà salvador")...

06

Estàs d'acord amb aquests usos de la fecundació in vitro?

07

S'hauria de deixar que els pares escollissin el sexe dels seus fills?



Vocabulari essencial

Reproducció assistida

Conjunt de tècniques destinades a ajudar les parelles a quedar-se embarassades, entre elles la Inseminació Artificial i la FIV.

Portador

Una persona és portadora si només té una còpia defectuosa d'un gen responsable d'una malaltia que només apareix si es tenen les dues còpies defectuoses. El portador no pateix la malaltia, però corre el risc de transmetre-la als seus fills si s'aparella amb un altre portador.

Fecundació in vitro (FIV)

Actualment, és el sistema de reproducció assistida més comú. Amb aquesta tècnica, els òvuls són fecundats per espermatozoides en una placa de petri i s'hi incuben durant uns dies mentre es controla el seu desenvolupament. Després s'implanten en un úter.

Cribratge Genètic Preimplantacional (PGS)

Terme usat per definir un nadó concebut a través de FIV com a donant potencial de teixits per a un germà malalt. Es realitza un DGP abans per determinar si l'embrió té prou coincidència genètica per al receptor del trasplantament.

Diagnòstic Genètic Preimplantacional (DGP)

Anàlisi genètica d'un embrió abans que s'implanti en un úter en un procediment de reproducció assistida. Es pot utilitzar per comprovar si hi ha trastorns genètics específics comuns que causen malalties, però també es pot utilitzar per triar el sexe de l'embrió o un "germà salvador".

Germà salvador

Forma de DGP en la qual es comprova als embrions si hi ha problemes importants en les estructures dels seus cromosomes.

Sabies què...?

01

La llei que regula la reproducció assistida varia a cada país. Per exemple, al Regne Unit no pots escollir el sexe dels embrions que s'implanten però a Espanya sí. Què creus que és millor?

02

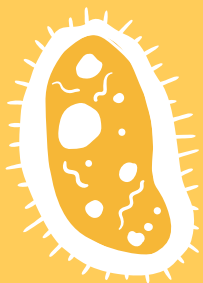
8 milions de nens al món han sorgit de la FIV, des que el 1978 va néixer Louise Brown al Regne Unit.

03

El percentatge d'èxit de la FIV és del 25-30% i es redueix a mesura que augmenta l'edat de la dona. Això vol dir que es perden molts embrions. I molts no s'arriben a usar i es guarden congelats. Què s'hauria de fer amb aquests embrions? Guardar-los, donar-los, fer-ne ús per recerca, destruir-los?

04

El cas dels pares que buscaven un fill sord és real: Tomato Lichy and Paula Garfield van demanar-ho al Regne Unit el 2008. Es va passar una llei per prohibir-los-ho.



Repte bioètic

BioSolutions és l'empresa que ha produït el primer eco-combustible veritablement net. Han rebut un munt de premis per contribuir a reduir el canvi climàtic. Però una falla en el disseny en una de les plantes havia causat un desastre ecològic.

Els Científics de BioSolutions havien creat la *Klebsiella synthetica*, un nou microbi artificial capaç de generar etanol. Això permetia aprofitar la biomassa dels vegetals per obtenir energia. La fuga havia alliberat el bacteri sintètic a la natura, que s'havia escampat i havia atacat cultius propers. S'havia estès tan de pressa que abans que ningú pogués pensar en una possible solució, l'organisme artificial ja es trobava per tot el continent. A més, la seva capacitat de produir etanol a partir de les plantes havia provocat la contaminació de rius i llacs i la mort d'innombrables espècies aquàtiques.

El personal científic finalment van trobar una solució. L'anomenaven l'ultraK-T4. Era un virus modificat genèticament d'una família que només atacava bacteris. Per tant, no hi havia risc que pogués infectar humans o animals. Amb algunes modificacions fetes al laboratori, l'ultraK-T4 es va convertir en el pitjor enemic de *Klebsiella synthetica*. El nou microorganisme va ser alliberat immediatament. Va començar a destruir diligentment el bacteri fins que, molts mesos després, ja no se'n trobava cap a les aigües o els camps. Això era combatre foc amb foc, però havia funcionat, que era el més important.

Però un cop tota la *Klebsiella synthetica* va ser eliminada de l'ecosistema, l'ultraK-T4 ja no tenia més preses per atacar. Sota aquesta pressió selectiva, no van tardar gaire temps a sorgir mutants. Aquests nous virus van començar a atacar altres bacteris innocents, alguns d'ells essencials pels processos necessaris per mantenir la vida que omplia els camps i les aigües. Quina solució hi hauria ara per aquest desastre?

Pensar-hi...

01

Podem estar segurs que un organisme sintètic o manipulat no s'escaparà del laboratori on s'està estudiant?

02

Quin grau de risc hauria de ser acceptable? És possible eliminar qualsevol risc de bioerror o bioterror?

03

S'ha de permetre manipular genèticament els organismes, malgrat els riscos, per obtenir-ne beneficis?

04

Cal posar límits la ciència per protegir la humanitat? Qui l'hauria de regular?

05

S'hauria de permetre als científics utilitzar noves tecnologies si no poden estar 100% segurs de la seva seguretat?

Vocabulari essencial

Organisme sintètic

Un organisme construït des de zero al laboratori.

Organisme dissenyat genèticament

Qualsevol organisme natural, incloses plantes i animals, que hagi estat modificat genèticament al laboratori.

Xassís

En l'argot de biologia sintètica, una espècie de bacteri que s'utilitza per introduir-hi un genoma artificial muntat al laboratori.

Biomassa

Material biològic, molt sovint vegetal, que representa una alternativa als combustibles fòssils com a font d'energia.

Genoma

El material genètic complet d'un organisme, contingut en el seu ADN.

Enzims de restricció

'tissors' moleculars utilitzades per tallar l'ADN en una posició concreta.

Bioerror

L'alliberament accidental d'un organisme dissenyat o sintètic.

Bioterror

L'alliberament intencionat d'un organisme dissenyat o sintètic com a part d'una campanya terrorista.

Sabies què...?

01

Ja existeix el primer organisme sintètic. Es diu Synthia (nom tècnic: *Mycoplasma laboratorium*) i és un bacteri amb un genoma fabricat de zero al laboratori. Però no és del tot sintètic, ja que es va fer servir una "carcassa" buida (sense informació genètica) a partir d'un altre bacteri.

02

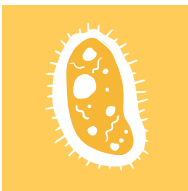
Els virus que destrueixen bacteris existeixen de forma natural. Es diuen fags (diminutiu de bacteriòfag) i es podrien fer servir algun dia com antibiòtics (de fet, ja s'han provat en algun cas d'infecció greu).

03

A la vida real ja s'han generat organismes genèticament modificats per alliberar-los i solucionar problemes de salut, però encara estan en fase de proves. El cas més conegut és el dels mosquits que transmeten la malària: s'han fet modificacions que els tornen estèrils, i quan aquests insectes es barregen amb els mosquits normals, en unes quantes generacions, la població baixa gairebé a zero. Seria una manera molt efectiva de frenar la malària. Es podria fer servir una tècnica similar per frenar espècies invasores que destrueixen els ecosistemes. Però el perill és que, com a la història que explicàvem, l'organisme modificat acabi convertint-se en un perill pitjor si no es tenen en consideració totes les possibilitats. Per això s'està anant molt amb compte abans d'alliberar aquests organismes a la natura.

04

Els organismes que s'estudien al laboratori poden escapar-se a causa d'algun accident. És poc habitual (perquè hi ha moltes mesures de seguretat) però a vegades ha passat. Per exemple, el primer brot de la malaltia de Marburg (semblant a l'Ebola) va sortir d'un laboratori a Alemanya que estudiava micos per fer vacunes. No sabem encara si la covid seria també un cas d'accident de laboratori.





Repte bioètic

El Sr. Pérez intenta agafar l'alè. Pujar aquest últim tram d'escales li està costant molt. El Doctor Guasch té el seu despatx a l'última planta de la clínica i precisament avui s'havia d'espalllar l'ascensor! Arriba esbufegant i la infermera el fa passar immediatament

–Tenim els resultats de les proves que vam fer la setmana passada –i explica el Dr. Guasch–. Em temo que no tinc bones notícies... Comencem pels pulmons. Estan en bastant mal estat: ja han perdut un 80% de capacitat i segurament deixaran de funcionar del tot en menys de 6 mesos. El genoll dret necessita una intervenció, i l'esquerre va pel camí. És probable que perdi la capacitat de caminar en els pròxims dos anys, si no fem res. I, finalment, el seu fetge està a les últimes

El Sr. Pérez no està gens sorprès. Són molts anys de mals hàbits. Mai no ha rebutjat una copa i ha estat fumador els últims cinquanta anys. No s'ha preocupat mai de menjar sa o de fer exercici. No és d'estranyar que el seu cos estigui en aquestes condicions. De fet, el sorprenent és que hagi aguantat tant.

–D'acord, anem al gra –diu secament–. Quant em costarà, tot això?

El Dr. Guasch somriu i prem un botó. Una pantalla blanca baixa del sostre. Un projector comença a mostrar imatges de pulmons, cors, ulls, fetges. Òrgans d'aspecte saludable, nets i llestos per utilitzar.

–Els nostres recanvis són de primera, com es pot imaginar –li explica–. Només utilitzem la millor tecnologia. Fabriquem els teixits als nostres propis laboratoris a partir de les millors cèl·lules mare embrionàries disponibles. Poden estar llestos en poques setmanes. En uns mesos, serà un home nou.

El Sr. Pérez mira els preus que hi ha al costat de cada imatge i assenteix. S'ho pot permetre. De fet, és un preu força baix per poder enganyar la mort.

–D'acord –diu–. I, ja que hi som, podríem millorar també l'oïda i la vista?

–No veig que estiguin malament –diu el doctor Guasch mirant els seus arxius.

–Cert, però m'agradaria poder escoltar fins i tot les converses en veu baixa i tot el que passa al meu voltant –treu la Visa platí i la deixa sobre la taula–. Soc un home curiós, jo.

El Dr. Guasch torna a somriure.

–Per descomptat. També ens n'ocuparem.

Pensar-hi...

01

Quins avantatges pot tenir disposar d'òrgans "de recanvi"?

02

Cal desenvolupar teràpies de medicina regenerativa com aquestes sí, almenys al principi, només els rics se les podran permetre?

03

I si la substitució fos amb peces mecàniques? S'han de barrejar humans i màquines?

04

S'hauria d'exigir a les persones que cuidat bé els seus cossos abans de tenir accés a tractaments com aquests?

05

Voldríeu substituir els vostres òrgans si per fer-ho calgués destruir embrions humans?

08

Utilitzaríeu una millora tecnològica per modificar-vos encara que estiguéssiu totalment sans? Fins on arribaríeu per convertir-vos "millors"?

06

S'hauria de permetre qualsevol modificació? O s'haurien de posar alguns límits?

07

És el mateix substituir un òrgan defectuós que millorar un cos sa? S'ha de permetre?

09

Quines conseqüències pot tenir que la medicina regenerativa allargui substancialment la qualitat de vida i l'esperança de vida a una part de la població?

Vocabulari essencial

Cèl·lules mare

Cèl·lules capaces de generar tots (o alguns) dels diferents tipus de cèl·lules especialitzades d'un organisme. La majoria de les cèl·lules d'un embrió posseeixen aquest potencial, d'aquí l'interès per les cèl·lules mare embrionàries.

Cèl·lules IPS

Cèl·lules pluripotents induïdes. Cèl·lules d'un organisme adult que es reprogramen genèticament o químicament per comportar-se com cèl·lules mare.

Medicina regenerativa

Nous estudis mèdics orientats a substituir teixits i òrgans per altres de nous creats al laboratori, per tal de curar malalties.

Transhumanisme

Teoria filosòfica que proposa que hem d'utilitzar tots els recursos disponibles per millorar les capacitats i capacitats dels humans. Els que s'oposen al transhumanisme de vegades s'anomenen bioconservadors.

Posthumà

Un ésser humà que ha estat modificat o millorat amb tècniques genètiques, biòniques, etc. Un cibernètic (barreja d'humà i màquina) podria ser un posthumà.

Sabies què...?

01

Els ciborgs ja existeixen! De moment, les úniques "peces de recanvi" que tenim són pròtesis mecàniques. Persones com Neil Harbisson, que porta una càmera connectada al cervell, s'autoanomenen ciborgs. Et canviaries alguna part del teu cos per una de mecànica?

02

L'única manera que tenim actualment de substituir un òrgan quan s'espantja és un trasplantament, però això té el problema de la dificultat de trobar donants i del rebuig, que es dona perquè el sistema immunitari ataca tot el que és estrany. Per això ara s'està treballant amb òrgans de porc (que tenen una mida semblant als humans) modificats genèticament perquè no generin rebuig.

03

Tot i que encara no podem crear òrgans al laboratori, sí que s'ha aconseguit crear "organoides", versions en miniatura d'òrgans com el fetge, els pulmons o els ronyons, fets amb cèl·lules. Serveixen per estudiar les funcions d'aquests teixits, però un dia podrien usar per substituir els originals.

