

EL CABALLO DE TROYA DE LA ESPECIE HUMANA

Moisés Garrido Sanchís# y Marta Blasco Alonso\$

Ldo. en Biología, Profesor de Ciencias en el C.E.S. Sta. M^a de los Ángeles, Málaga. \$ Médico Residente de Ginecología y Obstetricia, HRU Carlos Haya, Málaga.

La aparición y la extinción de especies son realidades incuestionables que ocurren continuamente en la Naturaleza. Mientras se lee este artículo y se reflexiona sobre él, en algún rincón de la selva tropical, del desierto, de la sabana o de las profundidades del mar, se está produciendo el sorprendente proceso del nacimiento de una especie; pero, también, otra especie se extingue porque no ha logrado adaptarse a los cambios del medio en que vive. En el pasado se han producido cinco grandes extinciones, Recientemente, muchos científicos afirman que está comenzando la sexta extinción masiva y que el hombre, a través de sus actividades, está contribuyendo a ella.

Desde su origen, la especie humana ha tenido un éxito biológico innegable, pues ha superado pandemias, hambrunas, sequía, guerras y otros males. Pero, ¿está preparada para hacer frente a una amenaza, originada por ella misma y a una escala muy superior a cuantas pudo generar, con su actividad, en los milenios anteriores?

Aunque la especie humana podría extinguirse por diferentes causas externas, estas notas pretenden reflexionar sobre algunas características de la actividad humana que pueden contribuir a cambios en el medio que, por su extensión o su rapidez, sean letales para la especie. Hay indicios fehacientes en este sentido y, aunque los adelantos científicos, técnicos y sanitarios han podido resolver o «parchear» numerosos problemas hasta ahora, ¿es esto sostenible?

Se considerarán aquí tres características de la actividad humana que, al darse conjuntamente, son capaces de producir una sinergia que potencie los efectos y, cuando éstos son nocivos, aumente considerablemente su capacidad destructora.

1) **Continuidad.** Algunos fenómenos naturales, como las grandes erupciones volcánicas, pueden emitir enormes cantidades de energía y de materiales nocivos, pero su acción suele estar relativamente localizada en el espacio y, sobre todo, en el tiempo. La actividad humana es, en cambio, continua, persistente, lo que no deja apenas posibilidad de recuperación a las zonas sobre las que actúa.

2) **Diversidad.** Las distintas plantas industriales contaminan la atmósfera, los ríos, los mares y los suelos y, en ocasiones, para su funcionamiento se esquilman las reservas de materias primas, llegando incluso a su agotamiento. El enorme parque automovilístico mundial produce gases de combustión, restos de combustibles orgánicos sin quemar y residuos líquidos y sólidos. Las ciudades generan grandes cantidades de gases procedentes de la calefacción doméstica, aguas residuales y basuras. La agricultura tala los bosques, en ocasiones deseca los

suelos y, casi siempre, los contamina con plaguicidas y abonos químicos. Basten estos ejemplos para dar fe de la gran diversidad de la acción humana, que va mucho más allá de lo aquí expuesto.

3) **Extensión.** El enorme aumento de la población mundial en los dos últimos siglos ha llevado a una inmoderada expansión de las ciudades, de las áreas industriales, de las redes de comunicación, de la superficie de suelo agrario, de las zonas de caza y pesca, etc. La actividad humana no es, pues, un fenómeno más o menos localizado, sino que se extiende a toda la superficie de la Tierra, a toda la biosfera.

Lo que hace más dañina a la actividad humana es la incidencia conjunta, sinérgica, de las características descritas y lo que hace más difícil conjurar su amenaza es que el motor que la impulsa es la ambición económica. Resulta innegable que la actividad humana está ayudando a que el medio cambie en dirección perjudicial para la especie. A continuación, se consideran tres procesos que, a largo plazo, pueden ser su «talón de Aquiles».

1) **Alteraciones del ciclo celular: cáncer.** Es evidente que la tasa de aparición de cáncer en la población está aumentando. Esto puede explicarse, sólo en parte, por el aumento de la esperanza de vida, pero lo que ésta no explica es el crecimiento de la frecuencia de aparición de cáncer en sectores de población de edad cada vez menor. A estos aumentos contribuye el hombre con la producción de miles de contaminantes que emite al medio exterior o incluye en la cadena alimenticia humana. El cáncer es una de las causas de mayor morbimortalidad y, aunque una activa investigación lucha, con cierto éxito, contra él, la mortalidad sigue siendo alta y, además, los tratamientos producen frecuentemente esterilidad en quien los recibe. Este último efecto tiene especial importancia en sectores jóvenes de población, que aún no se han reproducido.

2) **Alteraciones de la microbiota intestinal.** Es bien sabido que el epitelio intestinal está recubierto por una población de bacterias que mantiene una intensa relación de simbiosis o comensalismo con el hombre y es fundamental para su vida. La microbiota actúa, colectivamente, como un órgano que mejora la biodisponibilidad de nutrientes, elimina compuestos perjudiciales, modula el sistema inmunitario y protege contra enfermedades de origen bacteriano. El modo de vida del hombre moderno, especialmente en los países desarrollados, es muy agresivo para la microbiota intestinal. Como ejemplos de acciones nocivas, considérense el abuso de ciertos medicamentos, los numerosos aditivos (conservantes, aromas, colorantes) utilizados por la industria de la alimentación, el «estrés» de la vida cotidiana, la permanencia cada vez más prolongada

en ambientes asépticos y el abandono de la fermentación de los alimentos como forma de conservación, ampliamente utilizada en el pasado y casi totalmente sustituida, desde la invención de la nevera, por la refrigeración y la congelación. Para tratar de contrarrestar los efectos de estas costumbres, se acude a productos conocidos como **probióticos** (suplementos dietéticos microbianos, como los *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* que, ingeridos en cantidades adecuadas, pueden beneficiar al huésped más allá de su valor nutritivo) y **prebióticos** (ingredientes alimentarios no digeribles, como oligo- y polisacáridos de origen vegetal y glucoconjugados de la leche humana, que estimulan el crecimiento o la actividad de algunos microorganismos intestinales). Pero el aporte es, muchas veces, insuficiente y los productos son relativamente caros, por lo que sólo llegan a sectores de población con suficientes medios económicos.

3) **Alteraciones de la capacidad reproductora.** El éxito de una especie depende, en gran medida, de su capacidad de reproducción. Son muchos los factores que pueden mermar esta capacidad; en el caso del ser humano se destacarán aquí los dos siguientes. En primer lugar, la acción de múltiples sustancias tóxicas producidas por el hombre, que, de forma directa o indirecta, disminuyen la fertilidad del individuo. En general, pueden actuar sobre las gónadas, inhibiendo o alterando la espermatogénesis y la ovogénesis, o bien sobre los centros superiores que controlan la producción de hormonas gonadotropas. En segundo lugar, el tipo de vida, que obliga a los jóvenes a retrasar, cada vez más, la reproducción hasta edades en las que el sistema reproductor ya no es tan eficaz. Es verdad que estos dos factores son más propios de los países desarrollados pero, a medida que las técnicas implicadas y el sistema económico que condiciona el tipo de vida

se expanden, alcanzarán también a los demás países. Para tratar de resolver el problema, se han desarrollado técnicas de reproducción, como la inseminación artificial, la fecundación «in vitro» y la inyección intracitoplasmática de espermatozoides. Se trata de técnicas bastante eficaces, pero también presentan problemas. Por ejemplo, en la fecundación normal, una eyaculación emite entre 20 y 60 millones de espermatozoides y sólo uno llega a fecundar al ovocito. La presión selectiva es, pues, muy fuerte. En principio, en las técnicas antes citadas, esta selección no existe. Para imitarla, se ha introducido un procedimiento de laboratorio, denominado capacitación espermática, que consiste en la eliminación de los espermatozoides muertos o defectuosos mediante gradientes de densidad y centrifugación. Pero, toda manipulación de células puede dañarlas, riesgo que en estas técnicas no es bajo; por ejemplo, cualquier mínima variación de temperatura sufrida por el embrión durante su manipulación puede inducirle alteraciones perjudiciales y la inyección intracitoplasmática, en concreto, es muy agresiva para el ovocito. Además, se desconoce cómo pueden repercutir los posibles daños, a largo plazo, en la salud de los individuos gestados de esta manera. Por último, aunque la casuística es muy variada, estas técnicas se suelen utilizar para conseguir la reproducción de individuos que no la han logrado por vía natural, debido a defectos de movilidad espermática u otros, lo que implica un punto de partida relativamente débil para la capacitación espermática.

Conclusión. Es evidente que el ser humano trata de adaptar el medio a sus deseos de forma, muchas veces irracional y excesiva, con lo que está contribuyendo a su degradación, con el consiguiente perjuicio para la especie humana y para otras especies, a veces de forma irreversible.

HERENCIA DE EMERGENCIA: ¿DESAFÍO DE LAS PLANTAS A LAS LEYES DE MENDEL?

Daniel Pastor de la Rubia* y Jesús Navas-Castillo#

*Estudiante de la Licenciatura en Biología (Universidad de Málaga). #Profesor Asociado del Departamento de Biología Celular, Fisiología y Genética, Universidad de Málaga, y Científico Titular de la Estación Experimental «La Mayora», CSIC (Algarrobo-Costa, Málaga).

Un dogma básico de la genética mendeliana clásica es que los alelos de un gen se heredan de forma estable de una generación a la siguiente, dando lugar a una segregación predecible. Un trabajo del grupo de Robert Pruitt del Departamento de Botánica y Patología Vegetal de la Universidad de Purdue [Lolle y cols., *Nature* 434, 505-509 (2005)], parece desafiar este principio. Las observaciones iniciales que hacían sospechar de una herencia poco ortodoxa tuvieron lugar con los mutantes *HOTHEAD* (*hth*) de la planta *Arabidopsis thaliana*. Estos mutantes, recesivos, presentan una fusión anormal de los órganos florales. En la descendencia de plantas *hth/hth*, y por lo tanto con fenotipo mutante, aparecían individuos con

fenotipo normal con muy alta frecuencia, inexplicable por fenómenos conocidos como la mutación. Los experimentos llevados a cabo mostraron que estas plantas eran capaces de heredar una información genética ilocalizable en los genomas de los progenitores, pero sí en las generaciones anteriores, recuperando el gen que estaba presente en sus «abuelos» o «bisabuelos» en su estado silvestre.

El gen *HOTHEAD*, localizado en el cromosoma 1 de *A. thaliana*, codifica una proteína de la familia de las glucosametilcolina-oxidoreductasas, que está implicada en uno de los pasos de la biosíntesis de cera epicuticular. Los autores disponían de una colección de 11 mutantes homocigóticos para los alelos recesivos de este gen, con