

# LOS CYBORGS Y EL ESPACIO

Manfred Clynes y Nathan Kline (1960)



Los viajes al espacio suponen un desafío para la humanidad no sólo tecnológica sino espiritualmente, en tanto en cuanto invitan al hombre a tomar parte activa en su propia evolución biológica. Los avances científicos del futuro podrán ser utilizados para permitir la existencia humana en entornos que difieren radicalmente de aquellos producidos por la naturaleza tal como la conocemos.

La tarea de adaptar el cuerpo humano a cualquier entorno de su elección será cada vez más fácil gracias al creciente conocimiento del funcionamiento homeostático, cuyos aspectos cibernéticos, por el momento, sólo están comenzando a ser comprendidos e investigados. En el pasado la evolución operaba alterando las funciones corporales para adaptarse a diferentes entornos. Desde ahora, será posible conseguirlo hasta cierto punto *sin alterar la herencia* mediante modificaciones bioquímicas, psicológicas y electrónicas ajustadas al *modus vivendi* humano actual.

Los mecanismos homeostáticos que encontramos en los organismos están diseñados para permitir operaciones estables en el entorno particular de dichos organismos. Tres ejemplos de soluciones alternativas exitosas ofrecidas por los mecanismos biológicos al problema cuerpo-entorno son los seres humanos, los animales hibernadores y los peces poiquilotérmicos (organismos con sangre que adoptan la temperatura del entorno).

También se han desarrollado diversas soluciones biológicas para otro problema: el de la respiración. Mamíferos, peces, insectos y plantas dan, cada uno por su parte, una solución diferente, con limitaciones inherentes pero extraordinariamente apropiadas *para su campo de aplicación*. En cuanto un organismo desea vivir fuera de dicho campo, surge un problema “insuperable”.

Pero ¿de verdad se trata de un problema insuperable? Si un pez quisiera vivir fuera del agua, no lo tendría nada fácil. Sin embargo, si pudiéramos encontrar un pez especialmente inteligente y con recursos, que hubiese estudiado mucha bioquímica y fisiología, que fuese ingeniero superior y cibernético, y tuviese a su disposición un laboratorio bien dotado, es concebible que dicho pez tuviese capacidad para diseñar un instrumento que le permitiría vivir en tierra y respirar aire con bastante facilidad.

De la misma manera, cada vez resulta más obvio que, en un futuro no muy lejano, también nosotros tendremos conocimientos suficientes para diseñar sistemas de control

# LOS CYBORGS Y EL ESPACIO

Manfred Clynes y Nathan Kline (1960)

instrumentales que harán posible que nuestros cuerpos realicen acciones no menos dificultosas.

El entorno que ahora preocupa al ser humano es el entorno espacial. En términos biológicos, ¿cuáles son los cambios necesarios que permitirían al hombre vivir de forma adecuada en dicho entorno? Las atmósferas encapsuladas en algún tipo de recinto sólo suponen ganar algo de tiempo –y, en consecuencia, resultan peligrosas–, pues nos colocamos en la situación de un pez que se llevase consigo a tierra una pequeña cantidad de agua. La burbuja reventaría con suma facilidad.

Los problemas biológicos que surgen en los viajes espaciales son muchos y variados. Los viajes espaciales de larga distancia, que suponen vuelos no ya de días, sino de meses o de años –e incluso de miles de años–, serán finalmente una dura realidad, y han de tenerse en consideración las condiciones fisiológicas y psicológicas que de ellos se deriven.

Estas últimas están resumidas más abajo. En algunos casos, hemos propuesto soluciones que, probablemente, pueden ser afrontadas por los conocimientos y técnicas actualmente disponibles. Otras son proyecciones en el futuro que, por su propia naturaleza, pueden recordar a la ciencia ficción. Por poner sólo un ejemplo, debe de haber formas mucho más eficientes de llevar a cabo las funciones del sistema respiratorio que respirar, algo que puede resultar muy engorroso en el espacio. Una solución posible para un futuro no muy lejano es relativamente simple: ¡no respirar!

Si el hombre intenta la adaptación parcial a las condiciones espaciales en vez de insistir en transportar todo su entorno con él, nuevas y numerosas posibilidades aparecen. Es posible entonces pensar en la incorporación de dispositivos exógenos para desarrollar los cambios biológicos que puedan ser necesarios en los mecanismos homeostáticos humanos que le permitan vivir en el espacio *qua natura*.

El sistema nervioso autónomo y las glándulas endocrinas cooperan en el ser humano para mantener los múltiples equilibrios necesarios para su existencia. Lo hacen sin control consciente, aunque son dóciles a tal influencia. Los reajustes necesarios de estas respuestas automáticas bajo condiciones extraterrestres requieren la ayuda de la teoría del control, así como un extenso conocimiento en materia de fisiología.

## El Cyborg libera al hombre para que pueda explorar

¿Cuáles son algunos de los dispositivos necesarios para crear sistemas hombre-máquina autorregulados? Dicha autorregulación debe funcionar sin ayuda de la conciencia con el fin de cooperar con los controles homeostáticos autónomos del propio cuerpo. Para el complejo organizativo, completado exógenamente, que funcione de forma inconsciente como un sistema homeostático integrado, proponemos el término “Cyborg”. El Cyborg incorpora deliberadamente componentes exógenos extendiendo la función de control autorreguladora del organismo para adaptarlo a los nuevos entornos.

Si el hombre en el espacio, aparte de pilotar su nave, debe estar continuamente comprobando cosas y realizando ajustes simplemente para mantenerse vivo, se

# LOS CYBORGS Y EL ESPACIO

Manfred Clynes y Nathan Kline (1960)

convertirá en un esclavo de la máquina. El propósito del Cyborg, e igualmente de sus sistemas homeostáticos, es constituirse en un sistema organizativo en el cual dichos problemas robóticos son tenidos en cuenta automática e inconscientemente, dejando al hombre libre para explorar, para crear, para pensar y para sentir.

Un dispositivo digno de ser tenido en consideración en la construcción de Cyborgs, y que ya está disponible, es la ingeniosa cápsula de presión osmótica desarrollada por S. Rose, que permite la inyección lenta y continua de sustancias bioquímicamente activas a ritmo biológico. La cápsula está incorporada al organismo y permite la administración de una droga determinada a un órgano en particular y a un ritmo continuo y variable, sin que el organismo tenga que prestarle ninguna atención.

Ya hay disponibles cápsulas que proporcionan una cantidad tan pequeña como 0.01 ml. / día durante 200 días, y no hay razón alguna por la cual este periodo no pudiera ser notablemente ampliado. El aparato ya ha sido utilizado en conejos y ratas y para la inyección continua de heparina en el caso de los humanos. No se detectó ningún efecto perjudicial para la salud cuando el inyector se implantó en animales. Hace unos cinco años, un inyector de 7 cm. de longitud, 1.4 cm. de diámetro y 15 gr. de peso se implantó con éxito bajo la piel de ratas que pesaban entre 150 y 250 gr.

La combinación de una cápsula de presión osmótica y mecanismos sensoriales y de control puede componer un circuito continuo de control que actuaría como un anexo a los propios sistemas autónomos de control del cuerpo. De tal manera, dichos controles pueden modificarse conforme a las características de actuación deseables bajo diferentes condiciones ambientales. Si se pudieran determinar tales características, un sistema semejante ya sería posible hoy mediante la selección de las drogas apropiadas.

Por ejemplo, la presión sanguínea sistólica debe ser medida, comparada con un valor de referencia basado en las condiciones espaciales dadas y regulada permitiendo que la diferencia entre ambos valores controle la administración de una droga adrenérgica o vasodilatadora. Por supuesto, un sistema tal presupone que podemos conocer cuál es la presión sanguínea óptima bajo distintas condiciones espaciales.

Aunque resulta muy difícil establecer los límites de un rendimiento humano “natural” en términos fisiológicos y psicológicos, sí podemos tomar como mínimos las capacidades demostradas bajo condiciones de control tales como el yoga o la hipnosis. Resulta sorprendente el control muscular del que es capaz incluso un simple estudiante de una escuela de yoga, y la hipnosis *per se* podría ocupar un lugar fundamental en los viajes espaciales, si bien queda mucho por aprender acerca de los fenómenos de la disociación, la generalización de instrucciones y la renuncia al control ejecutivo.

En la actualidad estamos trabajando en un compuesto que puede intensificar la respuesta a la hipnosis, de tal manera que las orientaciones farmacológica e hipnótica podrían combinarse de forma simbiótica.

## Problemas psico-fisiológicos

# LOS CYBORGS Y EL ESPACIO

Manfred Clynes y Nathan Kline (1960)

Dirijamos ahora nuestra atención hacia algunos de los problemas fisiológicos y psicológicos particulares derivados de los viajes espaciales y veamos cómo la dinámica Cyborg puede ayudar a que el hombre alcance una mejor comprensión y uso de sus capacidades naturales.

*Desvelamiento nocturno.* En vuelos de corta o moderada duración –unas pocas semanas o incluso unos pocos meses- parece deseable mantener al astronauta continuamente despierto y completamente alerta. La ampliación del funcionamiento normal mediante estimulantes [*psychic energizers*], junto a medicación adicional, con tal fin ya es una realidad en nuestros días. En vuelos de uno o dos meses, no se necesitarían más que unas pocas horas de sueño al día en un entorno normal si se utilizasen tales drogas. Las pruebas realizadas indican que la eficiencia tiende a aumentar, en lugar de decrecer, bajo un régimen semejante, y que su uso ampliado resulta perfectamente factible.

*Efectos de la radiación.* Uno de los subsistemas del Cyborg debería incluir un sensor para detectar los niveles de radiación y una adaptación de la válvula osmótica de Rose que inyectaría automáticamente protectores farmacológicos en dosis adecuadas. Experimentos realizados en la *AF School of Aviation Medicine* indican que un incremento de la resistencia a la radiación se produce tras la administración combinada de aminoetilisotironina y cisteína en monos.

*Problemas metabólicos y controles hipotérmicos.* En el caso de los vuelos espaciales prolongados, el consumo estimado de 10 libras por día de combustible humano – 2 libras de oxígeno, 4 de fluido y 4 de sangre- plantea un serio problema. Durante un viaje de un año o más, asumiendo que la nave funcione satisfactoriamente, habrá pocos o ningún motivo para que el astronauta se mantenga despierto si no se produce ninguna emergencia. La hipotermia (reducción de la temperatura corporal) puede considerarse como un estado deseable en viajes tan largos con el fin de reducir el metabolismo y, en consecuencia, el consumo de “combustible” humano. El uso de la refrigeración externa, la reducción de la temperatura de la sangre mediante un puente arterio-venoso y la hibernación (mediante el control de la pituitaria), por separado o en combinación con fármacos, parecen ofrecer la posibilidad de alcanzar y mantener dicho estado. El control de la temperatura mediante la intervención en el centro regulador del calor resultaría más deseable que cambiar el nivel de referencia.

*Renovación del oxígeno y del dióxido de carbono.* Respirar en el espacio es un problema porque el entorno espacial no proporciona el oxígeno necesario y la respiración elimina dióxido de carbono e implica pérdidas de temperatura y agua. Una pila de combustible inversa, capaz de descomponer el CO<sub>2</sub>, de extraer el carbono y volver a poner en circulación el oxígeno, eliminaría la necesidad de la respiración pulmonar. Un sistema semejante, funcionando con energía solar o nuclear, reemplazaría a los pulmones, haciendo que la respiración tal como la conocemos fuese innecesaria. La respiración convencional sería todavía posible, si el entorno lo permitiera, interrumpiendo el funcionamiento de la pila de combustible.

*Toma y expulsión de fluidos.* El equilibrio en los fluidos del astronauta podría mantenerse durante mucho tiempo mediante un puente desde los uréteres a la circulación venosa tras la eliminación o la transformación de las sustancias nocivas. La esterilización del tracto gastrointestinal, junto con la alimentación intravenosa o

# LOS CYBORGS Y EL ESPACIO

Manfred Clynes y Nathan Kline (1960)

intragástrica directa, podría reducir la eliminación fecal a un mínimo y ésta podría incluso ser reutilizada.

*Sistemas enzimáticos.* En condiciones de baja temperatura corporal, habrá ciertos sistemas enzimáticos que tiendan a mantenerse más activos que otros. Hasta qué punto agentes farmacológicos o químicos puedan influir en esta actividad enzimática es algo que no se ha estudiado sistemáticamente, pero está fuera de toda duda que habrán de desempeñar un papel importante. Puesto que el metabolismo está sujeto al control enzimático, existen varias posibilidades interesantes. Por ejemplo, sería posible, mediante radiación in vitro, convertir a ciertos organismos aeróbicos en anaeróbicos y, gracias al estudio de los cambios producidos en sus sistemas enzimáticos, adaptarlos para un eventual uso humano. De la misma manera, podrían investigarse atmósferas de otro tipo.

*Función vestibular.* La desorientación y el malestar resultantes de una función vestibular alterada debido a la falta de gravedad podrían controlarse mediante el uso de drogas, drenando el fluido endolinfático o, como alternativa, rellenando completamente las cavidades, y mediante otras técnicas que impliquen control químico. También la hipnosis podría ser útil para controlar la función vestibular.

*Controles cardiovasculares.* La aplicación de la teoría de los sistemas de control a la biología ha dado ya suficientes resultados fructíferos en estudios sobre las múltiples funciones homeostáticas del sistema cardiovascular como para establecer la posibilidad de alterar el sistema mediante la técnica Cyborg. La administración de drogas actualmente disponibles como la epinefrina, la reserpina, la digitalis, la anfetamina, etc. por medio de inyectores de Rose ofrece la posibilidad de cambiar las funciones cardiovasculares para adaptarlas a un entorno particular. La alteración de referentes homeostáticos específicos dentro o fuera del cerebro y la estimulación eléctrica, bien como medio para regular el ritmo cardíaco bien para afectar a centros neuronales previamente seleccionados, con el fin de controlar el funcionamiento cardiovascular, son otras posibilidades.

*Tonificación muscular.* El sueño prolongado o la actividad limitada tienen un efecto deletéreo en el tono muscular. Aunque la reducción de la temperatura corporal y del metabolismo puede reducir la magnitud del problema, se necesitan más investigaciones acerca de los causantes químicos de la atrofia con el fin de desarrollar protectores farmacológicos adecuados al mantenimiento del tono muscular en viajes espaciales prolongados.

*Problemas perceptivos.* La falta de atmósfera generará condiciones de percepción visual considerablemente diferentes de aquellas a las que estamos acostumbrados. Debería prestarse atención a la necesidad de proporcionar un medio que recree algunas de las distorsiones con las que estamos familiarizados y a las que el astronauta debería aclimatarsé antes del despegue. Parte del problema podría derivarse de buscar un marco de referencia adecuado, y a este respecto, los factores que influyen en la autokinesis (y en el movimiento ilusorio) podrían tener también una influencia en los problemas de percepción espacial. En consecuencia, serían de agradecer investigaciones acerca de cómo los fármacos podrían influir en la autokinesis.

# LOS CYBORGS Y EL ESPACIO

Manfred Clynes y Nathan Kline (1960)

*Presión.* Bajo una presión inferior a 60 mm Hg la sangre de un hombre comienza a hervir a su temperatura corporal normal. En consecuencia, si el astronauta debe aventurarse fuera de su nave espacial sin un traje presurizado, debería encontrarse algún medio para reducir su temperatura operativa normal hasta un punto en el que la presión de sus fluidos no fuese mayor que la presión de los tejidos internos. Ésta es otra razón por la que la reducción de la temperatura corporal es esencial para evitar el uso de trajes presurizados constrictivos.

*Variaciones externas de temperatura.* Es cierto que el ser humano requiere de la protección de una nave o de una estación espacial en condiciones extremas de temperatura, pero también es probable que se den condiciones intermedias dentro o cerca de los límites de la tolerancia humana. Controlando la reflexión y la absorción por medio de tejidos protectores de plástico esponjoso y de compuestos químicos ya disponibles, que producen cambios en la pigmentación y proporcionan una protección efectiva frente a los rayos actínicos, sería posible mantener la temperatura corporal deseada. Se necesitaría un sistema fotosensible químicamente regulado que se ajustase a su propia reflexión con el fin de mantener dicha temperatura.

*Gravedad.* Un cambio en el ratio de las fuerzas de gravedad e inercia a fuerzas moleculares alterará los patrones de movilidad, entre otras cosas. El control de la temperatura corporal y el uso de fármacos tal vez podría mejorar el funcionamiento bajo condiciones de mayor o menor gravedad que en la tierra.

*Campos magnéticos.* Las alteraciones químicas y térmicas podrían servir también para retrasar o facilitar los efectos específicos de los campos magnéticos en el espacio.

*Invariancia sensorial y falta de actividad.* Más que la privación sensorial, la pesadilla del astronauta es la invariancia sensorial o, lo que es lo mismo, la falta de cambios en los estímulos sensoriales. En la mayoría de los experimentos sobre privación sensorial realizados hasta la fecha, ha sido la invariancia sensorial la que ha producido malestar y, en circunstancias extremas, incluso estados próximos a la psicosis. De mayor importancia debería ser la invariancia de actividad, su ausencia o su limitación, puesto que en múltiples experimentos de este tipo los sujetos han manifestado un “deseo de actividad”. Estructurar las situaciones de forma que la actividad produzca una retroalimentación sensorial significativa debería reducir tales dificultades. También aquí las drogas podrían desempeñar un papel útil reduciendo las tensiones resultantes. La actividad sin que se demuestre que un comportamiento semejante tiene un propósito o los estímulos sensoriales sin la oportunidad de darles una respuesta adecuada resultan, en ambos casos, altamente perturbadores.

*Psicosis.* A pesar de todas las prevenciones, persiste una alta probabilidad de que, en algún momento durante un largo viaje espacial, se produzcan episodios psicóticos, y ésta es una razón por la que ningún servomecanismo puede diseñarse hasta el último detalle en el presente. Aunque una válvula osmótica de emergencia que contenga una fenotiazina de alta potencia junto con reserpina podría formar parte del kit del astronauta, el habitual rechazo por parte de un individuo que sufre un episodio psicótico a reconocer que sus procesos mentales, sus emociones o su comportamiento son anormales, podría imposibilitar que aceptase voluntariamente la medicación. Por eso, si la supervisión es adecuada, debería preverse la posibilidad de forzar la administración

# LOS CYBORGS Y EL ESPACIO

Manfred Clynes y Nathan Kline (1960)

de la sustancia mediante control remoto desde la tierra o bien por medio de un compañero, si es que hay tripulación en la nave.

*Limbo.* También debe tenerse en consideración la contingencia de un dolor o un sufrimiento extremos como consecuencia de accidentes imprevistos. El astronauta debería, pues, ser capaz de decidirse por un estado de inconsciencia si lo considera necesario. La mejor solución parece un sueño prolongado inducido bien mediante fármacos bien electrónicamente.

## Otros problemas

Existen obviamente un número igual de amplio de problemas médicos susceptibles de tratamiento farmacológico que no hemos considerado aquí por falta de espacio. Entre éstos se encuentran afecciones tales como náuseas, vértigos, mareos, necesidades eróticas, tolerancia a las vibraciones, etc.

Sin embargo, los problemas que hemos seleccionado pueden servir como orientación sobre lo que el Cyborg puede significar en términos de viajes espaciales. Aunque algunas soluciones propuestas puedan parecer extravagantes, debería tenerse en cuenta que hay referencias en la literatura soviética sobre investigación en muchas de estas áreas. En ella encontramos que los rusos proponen una saturación previa de oxígeno como solución al problema de la respiración durante los primeros minutos después del lanzamiento de la nave; cómo informan sobre alteraciones de la función vestibular mediante el uso de drogas o mediante cirugía; cómo estudian la percepción y llevan a cabo investigaciones sobre el movimiento del ojo en la visión; cómo se dan cuenta de que la reducción de la temperatura puede ayudar a resolver problemas relacionados con la presión; etc.

Resolver los muchos problemas tecnológicos derivados de los vuelos espaciales tripulados mediante la adaptación del hombre a su entorno, en vez de al revés, no sólo supondrá un paso adelante significativo en el progreso científico humano, sino que puede también proporcionar una nueva y superior dimensión para el espíritu humano.

[Traducción del inglés: Diego L. Sanromán]