

Editorial

Ese otro gran ambiente extremo: el espacio exterior

That Other Great Extreme Environment: Outer Space

“Ni siquiera somos capaces de cuidar de este planeta en el que vivimos, para el que sí estamos adaptados.”

BILL NYE

Viajar al espacio ha sido una constante en la imaginación humana, alimentada por la ciencia ficción y la cultura popular. La iconografía de los viajes espaciales —desde cohetes y astronautas hasta planetas y estrellas— refleja esta aspiración y ha evolucionado a lo largo del tiempo; incluso ha influido en la forma en que se entiende y representa el espacio exterior.

Se dice que soñar con el espacio exterior simboliza la búsqueda de nuevas perspectivas, la exploración de lo desconocido o la sensación de estar abrumado por la vastedad de la vida. También refleja anhelos de libertad, crecimiento personal o una conexión con algo más grande que uno mismo. Las actuales generaciones han sido testigos de la exploración espacial y la llegada del hombre a la Luna. Hasta hace muy pocos años, todo lo que se podía conocer era desde la Tierra, pero desde hace 50 años ya se puede hacer en el exterior¹.

Los viajes al espacio exterior han permitido explorar las fronteras de la resiliencia humana. Esta es un factor crucial para el éxito de las misiones espaciales. Las y los astronautas deben ser resilientes tanto física como psicológicamente para adaptarse a los desafíos del espacio y mantener un rendimiento óptimo durante sus misiones².

La especie humana ha logrado sobrevivir en ambientes que se conocen como ambientes extremos, dada su capacidad para modificar su entorno o para que su organismo se adapte a las nuevas condiciones en las que habita. Algo que en algún momento se pensó como imposible de lograr está ocurriendo en la actualidad: no sólo viajar al espacio exterior, también la supervivencia en él. Desde los viajes alrededor del planeta, el alunizaje en 1969, hasta las estancias largas en la Estación Espacial Internacional y la intención de llegar a Marte, han dejado testimonio de las vicisitudes a las que la humanidad se enfrenta al salir del planeta. Pero no todo ha sido negativo: derivado de estos viajes, todos los descubrimientos, equipos,

herramientas y demás tecnología se han trasladado a la cotidianeidad de los que seguimos en el planeta —serán tema de otro escrito—, y se ha entendido por qué ciertas características del planeta lo hacen habitable.

Un ambiente extremo es aquel en el que las condiciones químicas o físicas son tan severas que implican un enorme riesgo para la supervivencia y se requiere de ciertos ajustes para que la vida persista. Presión atmosférica fuera de los rangos de normalidad, diferencias en la concentración de los gases, la radiación, la salinidad, la desecación, el frío o el calor extremos son algunas variantes a las que la humanidad se ha enfrentado, y en las que la vida, por su habilidad para realizar cambios, logra adaptarse a estos ambientes nuevos³. El planeta está sometido a la gravedad. Al salir de él, como ocurre en los viajes espaciales, esta se modifica y queda expuesto a lo que se conoce como microgravedad, lo que ocasiona una serie de cambios descritos por Martínez-Tapia y cols.⁴, conocidos como disbarismos. Estas alteraciones ocurren en los viajes espaciales, que se dan en condiciones extremas: pérdida de masa muscular, descalcificación, disminución del volumen circulante, alteración en la presión hidrostática, intolerancia al ortostatismo. Además, la falta de gravedad elimina la convección, la sedimentación y la presión. La pérdida de estas propiedades físicas resulta en: la falta de pérdida de calor, el sudor no se evapora, el agua y el aire no se separan de forma laminar, ya que las burbujas de aire se mantienen suspendidas en el agua, y esto altera la función de los otolitos⁵.

Además, disminuye la presión hidrostática y los fluidos corporales tienden a ubicarse hacia la parte superior del organismo y la cabeza; se suma la reducción de la actividad, y todo esto altera el volumen vascular y el volumen sistólico que distiende la pared de los vasos sanguíneos. Esto altera la sensibilidad de los receptores carotídeos, aórticos y cardiacos para percibir el aumento de volumen; disminuye la presión venosa central; hay aumento en el grosor de la íntima en carótidas y femoral en aquellos que han estado en microgravedad por, al menos, seis meses; y se presenta disfunción endotelial. La distensión cardíaca aumenta la liberación de factor natriurético; también se ha reportado el registro de arritmias de corta duración⁵.

Si para el viaje a la Luna es alta la radiación, en el viaje a Marte se duplica la exposición que se tiene en el viaje a la Luna⁶. Como parte de la exploración de los efectos que los viajes al espacio exterior tendrían en las personas humanas, se realizó un experimento con gemelos: Scott —que permaneció en la Estación Espacial Internacional por un año y, con otras misiones, suma 520 días en el espacio—, y su hermano Mark Kelly, astronauta retirado que se quedó en la Tierra. Aunque es solo un caso, Scott reporta que, mientras más largas son sus estancias en el espacio, los ajustes al regreso son más severos. Desorientación, náusea, falta de equilibrio, dolor muscular severo, cansancio, entre los principales problemas que presentó a su regreso. Uno de los más llamativos fue el alto nivel de marcadores de inflamación, y cambios cerebrales de los que aún no se conoce si son o no reversibles. Los estudios que le realizaron a Scott mostraron cambios en la longitud de los telómeros, lo que implicaría envejecimiento prematuro⁶. Otros cambios que se reportan son en los órganos de los sentidos. El síndrome neuro-ocular asociado con los viajes espaciales



Foto: iStock/Freepik

incluye: edema del nervio óptico, aplanamiento del globo ocular, plegamiento de la retina, engrosamiento de la coroides y pequeños focos isquémicos retinianos⁷. Puede ocurrir sordera por alteraciones en la distribución de las presiones o por los cambios en la concentración de dióxido de carbono. Cambios en la percepción de olores y sabores también se presentan. La propiocepción, la percepción del dolor y de la temperatura también se modifican. En el caso del sistema inmune, no es rara la reactivación de virus latentes en el cuerpo. Se observa también la presencia de alteraciones cromosómicas (policéntricos, en anillo)⁷. Se ha reportado anemia y cambios en la estructura de los eritrocitos, con mayor rigidez de su membrana^{8,9}. Sobre las alteraciones mentales y conductuales, tan sólo hay que recordar que la humanidad no está acostumbrada a estar encerrada y sola, lo que quedó claro con lo que ocurrió recientemente en los primeros meses de la pandemia. Las condiciones de confinamiento generaron en la población mundial situaciones estresantes que llevaron al aumento en el reporte de casos de depresión, insomnio e incluso violencia doméstica. Aunque sí se está acostumbrado a la interacción con la tecnología, esta se incrementó notablemente en el encierro, lo que requirió contar con nuevas habilidades o reforzar las existentes, como la coordinación mano-ojo, la memoria, el procesamiento de información, la carga de trabajo... Y mientras redacto esto —que originalmente era la descripción de lo que ocurre en los largos viajes espaciales—, estas situaciones recuerdan las recientemente vividas en la pandemia^{10,11}.

El explorar nuevas posibilidades, el buscar otro planeta que transformar —ya que al nuestro lo hemos deteriorado notablemente—, o buscar nuevas fuentes de los recursos que no hemos sabido cuidar, están llevando a la humanidad a salir al espacio exterior, a ese otro ambiente extremo para el que fisiológicamente no estamos adaptados. Esas películas maravillosas en las que las y los astronautas flotan felices, son una gran fantasía. Solo hay que revisar todas las alteraciones a las que se enfrentarán aquellas y aquellos que pretendan poblar otros planetas. No será como *Star Trek* nos lo pintó.

Los efectos de viajar al cosmos sobre el cuerpo humano son numerosos y

variados, y aunque la ciencia ha avanzado para mitigarlos, aún queda mucho por delante en lo que a la adaptabilidad humana y el uso de recursos en entornos extra-terrestres se refiere. El conocimiento adquirido durante los viajes espaciales ha sido muy valioso para la preparación psicológica y fisiológica de las futuras misiones, cuyo interés va en aumento, pues existe la inquietud por colonizar nuevos planetas ante la posibilidad de un cataclismo mundial que nos obligue a abandonar nuestro hogar: la Tierra¹². La humanidad se enfrenta a uno de los desafíos más críticos de su historia: la necesidad urgente de cuidar y proteger nuestro planeta. Este tema nos afecta a cada ser humano en la Tierra. Hay problemas que no pueden esperar y requieren un compromiso global. La degradación ambiental y el cambio climático son realidades palpables que requieren acciones inmediatas¹³.

Como se conoce la naturaleza humana, ha sido necesario establecer un marco legal fundamental para la cooperación internacional en la exploración espacial y la investigación científica, así como para la protección de los recursos espaciales y del ambiente, con el fin de garantizar que la exploración y utilización del espacio ultraterrestre se realice en provecho de todos los países y en interés de la humanidad, así como prohibir la militarización del espacio. Firmado por los países que competían en esta carrera por conquistar el espacio, el 10 de octubre de 1967 el Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre sentó las bases para un futuro espacial pacífico y cooperativo, cuyos principios siguen siendo relevantes para la exploración y utilización del espacio en la actualidad. Si tiene interés por este tema, en octubre se llevará a cabo la Semana Mundial del Espacio (WSW) 2025. El tema elegido es “Vivir en el espacio”, en la plataforma de la Asociación de la Semana Mundial del Espacio en coordinación con las Naciones Unidas¹⁴.

Es cierto que la inversión en ciencia y tecnología espacial repercute de manera directa e indirecta en beneficios para la salud en Tierra. Todo lo que pasa o pasó en el universo impacta en la salud. La tecnología desarrollada para los vuelos espaciales ha traído grandes avances en esta materia, pero también en nuestro estilo de vida. Son beneficios que propicia la inversión en esta rama, tanto en lo económico, lo social y, sobre todo, en el tema de la salud humana¹⁵. Sin embargo, es importante ordenar las prioridades a la luz de la realidad de cada país.

Al reflexionar en que se utilizan enormes recursos en turismo espacial, cuando esa inversión pudo haberse dirigido a mejorar el ambiente —aquí en casa, en el único planeta que hasta ahora es habitable—, en el que una humanidad negligente y egoísta emprende guerras por nimiedades que destrozan ciudades y en las que murieron y mueren millones, esa humanidad a la que el poder enloquece y que cree que mudarse a Marte es la solución de nuestros problemas... no podemos dejar de preguntarnos: si salimos del planeta, ¿eso cambiaría?¹⁶⁻¹⁸ ●



Por mi raza hablará el espíritu

Teresa I. Fortoul van der Goes

EDITORIA

REFERENCIAS

1. Instituto de la Ingeniería de España. La explotación de los recursos naturales en los cuerpos celestes: cuestiones técnico-jurídicas [Internet]. 2019 dic 17 [citado 2025 jun 29]. Disponible en: <https://www.iies.es/single-post/2019/12/17/la-explotaci%C3%B3n-de-los-recursos-naturales-en-los-cuerpos-celestes-cuestiones-t%C3%A9cnico-jur%C3%A9icas>
2. Pogosyan M. What astronauts can teach us about resilience: an interview with Chris Hadfield [Internet]. Psychology Today; 2023 dic 11 [citado 2025 jun 29]. Disponible en: <https://www.psychologytoday.com/us/blog/between-cultures/202312/what-astronauts-can-teach-us-about-resilience>
3. Oarga A. Life in extreme environments. *Rev Biol Cienc Terra*. 2009;9:1-10.
4. Martínez-Tapia RJ, Estrada-Rojo F, Estrada-Bernal F, et al. Fisiología del ambiente extremo: explorando las bases biofísicas de los disbarismos y la hipoxia. *Rev Fac Med UNAM*. 2025;68:9-22.
5. Baran R, Marchal S, García Campos S, et al. The cardiovascular system in space: focus on in vivo and in vitro studies. *Biomedicines*. 2021;10(1):59. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10010059>
6. Khullar D. Can the human body endure a voyage to Mars? *The New Yorker* [Internet]. 2025 [citado 2025 jun 29]; p. 1-26. Disponible en: <https://www.newyorker.com/magazine/2025/02/17/can-the-human-body-endure-a-voyage-to-mars>
7. Tomsia M, Ciesla J, Smieszek J, et al. Long-term space missions' effects on the human organism: what we do know and what requires further research. *Front Physiol*. 2024;15:1284644. doi: 10.3389/fphys.2024.1284644
8. Lansiaux E, Jain N, Yatin Chodnekar S, et al. Understanding the complexities of space anaemia in extended space missions: revelations from microgravitational odyssey. *Front Physiol*. 2024;15:1321468. doi: 10.3389/fphys.2024.1321468
9. Carrillo-Esper R, Zepeda-Mendoza DA. Aspectos de la nutrición en vuelos espaciales. *Rev Fac Med UNAM*. 2017;60(6):47-50. Disponible en: <https://tinyurl.com/yn4yyy4e>
10. Xiong J, Lipsitz O, Nasri F, et al. Impact of COVID-19 pandemic on mental health in the general population: a systematic review. *J Affect Disord*. 2020;277:55-64. doi: 10.1016/j.jad.2020.08.001
11. Arone A, Ivaldi T, Loganovsky K, et al. The burden of space exploration on the mental health of astronauts: a narrative review. *Clin Neuropsychiatry*. 2021;18:237-46. doi: 10.36131/cnforitiditore20210502
12. UNAM Global. La UNAM y su rol en la conquista del espacio [Internet]. 2023 abr 10 [citado 2025 jun 29]. Disponible en: https://unamglobal.unam.mx/global_revista/la-unam-y-su-rol-en-conquista-del-espacio/
13. El sueño de ir al espacio se está volviendo más realista, para más personas [Internet]. 2022 oct 10 [citado 2025 jun 29]. Disponible en: <https://tinyurl.com/2xewx8dc>
14. World Space Week. Living in space – World Space Week 2025 theme [Internet]. [citado 2025 jun 29]. Disponible en: <https://www.worldspaceweek.org/theme/>
15. Carrillo-Esper R, Orozco-Serna B, Vázquez-Torres F, Mendieta Jiménez FJ. Tecnología espacial aplicada a la salud. *Rev Fac Med UNAM*. 2017;60(5):45-51. Disponible en: <https://tinyurl.com/ypmo5hjw>
16. Universidad de Girona. ¿Qué es el turismo espacial? [Internet]. [citado 2025 jun 29]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yobk4cer>
17. Human Rights Watch. Guerra entre Rusia y Ucrania [Internet]. 2024 [actualizado 2025]; [citado 2025 jun 29]. Disponible en: <https://tinyurl.com/2a9fg6gk>
18. Molina P. El sueño de llegar a Marte, en palabras de Pedro Duque, el único astronauta español que fue al espacio [Internet]. 2025 jun 12 [citado 2025 jun 29]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yok6dby5>