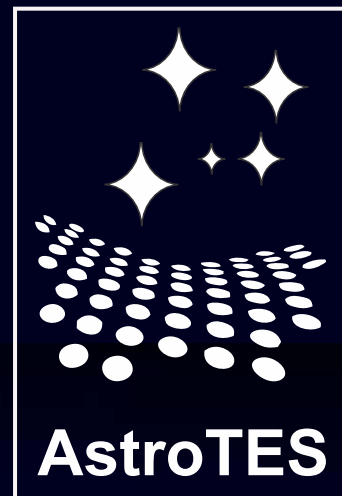


# *Sonidos del Universo*

*Sebastián Musso*

parte del programa:





# **INTRODUCCIÓN:**

En 1999 un grupo de adolescentes marplatenses, ciegos todos ellos, llegaron a la cima del volcán Lanín con la colaboración de un equipo de escaladores que entendieron que no hay retos imposibles si se cuenta con el trabajo y las ganas suficientes.

Ese grupo era cercano a una actividad de radio que yo mantenía por esos años y mi contacto con ellos me permitió hablar muchas veces de astronomía, compartir conocimientos y anécdotas y enfrentarme al desafío de cómo es el cielo para una persona invidente ante sus primeras preguntas. Así nació la idea de transformar las diferentes luminosidades de las estrellas y otros objetos celestes a una escala de sonidos de diferentes decibeles y el uso de los tonos graves a agudos para representar los diferentes colores presentes en una observación astronómica.

El proyecto se acercó al Planetario Galileo Galilei y más tarde a otros sitios donde diferentes talleres mostraron una ciencia que parecía, a priori, contradictoria para la enseñanza a personas ciegas. En 2003 el primer software de astronomía para ciegos me permitió compartir esta idea con otras personas.

En 2009, durante el Año Internacional de la Astronomía el Gabinete de Didáctica del Observatorio Astronómico de la Universidad de Valencia proyectó una función de planetario para ciegos con sonidos basados en esta idea de diez años atrás, reconociendo que la idea había nacido en Mar del Plata, Argentina, y mi autoría en particular. Hoy, la doctora Amelia Ortíz Gil es una referente internacional en el tema, con ella y muchos otros profesionales del mundo, mantenemos la pasión y el compromiso de llevar esta ciencia, realmente a todos.

Desde 2010 muy fuertemente dicto talleres de lo que ahora me gusta llamar “astronomía accesible” en más de 30 ciudades de Argentina, y también lo hice en Paraguay, Uruguay, Brasil, Chile, Colombia, España e Italia.

En el exterior, más allá de talleres y presentaciones en Congresos internacionales en los países antes mencionados, un punto importante fue la presentación del proyecto en el Congreso “Astronomy and its instruments 400 before and after Galileo”, organizado en Venecia por la Universidad de Padova (Italia) en conmemoración del Año Internacional de la Astronomía en 2009.

Para dar más difusión al tema en 2015 fui convocado por TEDxMardelPlata para dar una charla contando este trabajo, que ya vieron en la web más de 27.000 personas en (<https://www.youtube.com/watch?v=SXilOmInCUo>).

En 2019 fui asesor de dos proyectos de Astronomía para personas ciegas o con baja visión en Chile: uno de la Universidad Católica de Chile y otro de la Universidad de Antofagasta, este último, ASTROBVI terminó desarrollando un kit educativo que se repartió por más de 20 países.

Luego de muchos años visitando distintas instituciones nos encontramos con la necesidad de las escuelas de ciegos, de las entidades de enseñanza para estas personas, de tener su propio material didáctico. La enseñanza de la ciencia para personas ciegas tiene sus particularidades. Necesita de mucho material táctil, especialmente pensado con ese objetivo. Y hecho con el asesoramiento de alguien que realmente entienda la problemática. Así nació “AstroTES, astronomía para tocar, escuchar y sentir” ([www.astrotes.org](http://www.astrotes.org)) con el que hoy ya estamos en más de 100 kits repartidos en 20 países.

Este libro sigue el mismo espíritu de todo lo anterior. Vivimos en un Universo de lo invisible, hoy lo estudiamos a través de telescopios de rayos X, gamma, telescopios de luz ultravioleta o infrarroja. Todos ellos nos muestran los objetos celestes que están allí, con información esquiva a nuestros ojos pero asombrosamente útil para su entendimiento.

A través de las próximas páginas pensaremos en el Universo a través de sus olores, texturas, sonidos y veremos qué lugar ocuparán en el futuro las personas con discapacidad en esta maravillosa aventura de la exploración espacial. Es un libro de distribución gratuita así que me gustaría que lo lean, lo compartan, lo impriman, lo regalen, para que muchas más personas conozcan algunas curiosidades sobre la astronomía actual y un Universo que sea, ahora sí... para todos.

## ***EL SISTEMA SOLAR A TU MEDIDA:***

Cuando abrimos un libro de Astronomía, que se refiera, por ejemplo, al Sistema Solar. ¿Hasta dónde llegamos a entender esos números seguidos de tantos ceros? Al leer estas cifras, difícilmente nos daremos cuenta de que tan grande es Júpiter o qué tan lejos está la Tierra del Sol. Aquellos que nos quieren hacer creer que la astronomía es complicada, suelen mencionar lo grande de sus números y lo desproporcionados que son respecto a nuestras escalas cotidianas. Para llegar a dimensionar las distancias y diámetros de los cuerpos que nos acompañan en el Sistema Solar, reduciremos sus cifras a otras que sean más accesibles y así, fácilmente, las relacionaremos con cosas que manejamos todos los días. Por eso vamos a tomar una sola escala, es decir, vamos a dividir el tamaño de los planetas por el mismo número que lo haremos con su distancia al astro rey. Así pues, nos quedará un Sistema Solar capaz de caber dentro de una ciudad. Les propongo que tomen un mapa de la suya y recorran conmigo nuestros vecinos más cercanos en el Universo.

En el centro el Sol, de unos 65 cm de diámetro, lo ubicaremos en una esquina importante de la ciudad y desde allí comenzaremos un viaje por el Sistema Solar donde tal vez este su casa.

A unos 27 metros de nuestro punto de partida se encuentra Mercurio, una pequeña pelotita de 0,2 cm (2mm) totalmente dominada por ese enorme globo gaseoso que es el Sol y que por ahora tenemos muy cerca. Nuestro siguiente encuentro será con Venus, estamos a 50 metros de nuestra estrella, y quien en realidad es un bellissimo disco cubierto de nubes se nos presenta en nuestra escala como un insignificante cuerpo de apenas 0,56 centímetros. A 70 metros de nuestro punto de partida, estamos en el lugar que ocupa la mismísima Tierra, nuestra casa. Pero no

se desilusionen mucho, en nuestra escala será sólo una esfera de 06 cm de diámetro (un diámetro 110 veces más chico que el del Sol, y si pensamos en volumen, entrarían precisamente un millón y medio de planetas Tierra en nuestra estrella). ¿Y la Luna? Una esfera de 0,15 cm; girando alrededor de la Tierra a una distancia de 21 centímetros. Después de todo esto si nos sirve de consuelo (ya sé que no yo lo he intentado más de una vez) pensemos que todos nuestros problemas transcurren en un lugar casi microscópico del Universo.

¡Y ahora sí! La ansiada visita a Marte, el planeta rojo, podremos hacerla esta misma tarde llegándote a 115 metros de nuestro Sol, claro que lo único que vamos a encontrar es una bolita de 3mm, acompañada de sus dos lunas Fobos y Deimos, a esas no las vas a ver porque en esta escala son demasiado chiquitas pero se encontrarán a 0,30 y 1 centímetro respectivamente de Marte.

Hemos recorrido el llamado Sistema Solar Interior, poblado por planetas que se nos parecen bastante, están formados por rocas y son chiquitos. No nos costó mucho viajar por esta región, vimos que están relativamente cerca unos de otros y al menos en nuestra escala pudimos hacer este viaje caminando. Ahora tendremos que caminar con cuidado de no pisar ningún asteroide de los que se encuentran entre las órbitas de Marte y Júpiter para llegar precisamente a este último, un gigante de 6,5 cm de diámetro (11 veces el de la Tierra) y gira alrededor del Sol a una distancia de 778.000.000 km, perdón, creo que a esta altura ya no nos gustan los números de tantas cifras, sigamos con nuestra escala y Júpiter se encontrara a 350 metros del Sol.

Júpiter tiene muchos satélites naturales o lunas de las cuales las cuatro más grandes pueden verse con un par de binoculares desde la Tierra. En nuestra escala se encuentra de Júpiter a una distancia de 20 cm (Io), 31 cm (Europa), 50 cm Ganímedes y a 88 centímetros Calisto. Para llegar a la luna más distante de todas deberíamos alejarnos 10 metros de Júpiter.

En el Sistema Solar Exterior las distancias se hacen cada vez más grandes, y para ver a Saturno (una esfera de 5,6 centímetros de diámetro) tenemos que alejarnos 650 metros de nuestro Sol. Claro que para ver el más externo de los anillos nos moveremos 21 cm (comparándolo con la distancia de la Luna a la Tierra vemos que es la misma), equivale a decir 38 Tierras una al lado de la otra.

Siguiendo con esta forma tan rápida y llevadera de viajar por el Sistema Solar, que cualquier escritor de ciencia ficción nos envidiaría, llegamos a Urano, otro globo gaseoso esta vez de 2,3 cm de diámetro a 1.400 metros del Sol.

Ya a esta altura de nuestro recorrido, quizás lo mejor sería estar en bicicleta. A Neptuno lo encontramos a 2.100 metros del Sol y es una esfera igual que la de Urano, de unos 2,3 cm de diámetro. Es el último de los planetas del Sistema Solar, como los últimos tres, es gigante, gaseoso, frío y con anillos (aunque hallamos mencionado nada más que los de Saturno) y con gran cantidad de lunas.

Por último visitaremos a Plutón (de 1mm). Ya no lo consideramos un planeta desde que, en 2006, la Unión Astronómica Internacional volvió a definir lo que es uno y esta roca muy alejada del Sol y rodeada de otras similares quedó como un objeto más del Cinturón de Kuiper, una zona, como un segundo cinturón de asteroides, que va desde la órbita de Neptuno hasta los 3.800 metros. Más allá, un disco difuso lleno de otros objetos menores se extenderá, según lo que nos cuentan algunos astrónomos, hasta los 70km del Sol.

¿Y ahí se termina el Sistema Solar? En realidad no. La nube de Oórt, de donde vienen la mayoría de los cometas, estaría en esta misma escala, a... ¡12.000 kilómetros de distancia! Sí, muy lejos para lo que ya nos hemos acostumbrado. Entendiendo que las



órbitas de todos los planetas están dentro de una misma ciudad, en un radio de 2.100 metros, el límite del Sistema Solar, es decir, donde la gravedad del Sol deja de atraer objetos a su alrededor, estaría al equivalente de la distancia entre Buenos Aires y Madrid.

Espero que esas grandes distancias de millones de kilómetros hayan sido más llevaderas de esta forma, pero tranquilos, en el Sistema Solar de verdad, aún queda lugar para todos.

## ***EL SOL:***

El Sol es una estrella, como todas las que vemos a la noche es una esfera de gases (principalmente hidrógeno y helio) donde dos fuerzas están en equilibrio. La fuerza de los gases que tiende a expandirse, y la gravedad que tiende a llevarlos hacia el centro. Así, en ese equilibrio, el Sol vive la mayor parte de su larga vida, de alrededor de 10.000 millones de años.

En el núcleo, a unos 15 millones de grados de temperatura, el Sol convierte átomos de hidrógeno en helio y en el proceso libera rayos gamma (calor), fotones (luz) y neutrinos, unas partículas subatómicas que tienen tan poca masa que pueden atravesar casi sin resistencia cualquier cosa, incluso, nuestros cuerpos. Cada segundo, decenas de miles de millones de neutrinos atraviesan cada centímetro cuadrado de piel de cada persona de la Tierra. Entran en el cuerpo humano y vuelven a salir sin chocar con nada, y nosotros, ni enterados.

Sí sabemos que necesitamos la luz y el calor del Sol para vivir, y lo necesita casi toda la vida en nuestro planeta. Cada fotón de luz que se produce en el interior del Sol, está un millón de años en su interior, rebotando, hasta que por fin llega a su superficie y desde allí, a 300.000 kilómetros por segundo, llega a la Tierra en aproximadamente 8 minutos.

Luego del núcleo una zona de plasma. Y más hacia el exterior una zona donde el calor se traslada por convección. Aquí tenemos material caliente moviéndose hacia las zonas superiores, y corrientes menos calientes bajando hacia el interior. Es una zona turbulenta, densa, inmediatamente antes de llegar a la superficie del Sol, la fotosfera.

Es en la fotosfera donde se refleja la actividad solar. Una de esas marcas son las manchas solares. Las observó por primera vez Galileo Galilei con su telescopio y desde entonces, astrónomos profesionales y aficionados, siguen su aparición y desaparición con sus instrumentos, y los filtros adecuados. Usualmente tienen una zona central bien oscura y una penumbra alrededor, y pueden tener el tamaño de la Tierra, incluso más. En realidad la oscuridad no es tal, y sólo es una cuestión de contraste, son zonas que están a menos temperatura que su entorno, unos 4.000° contra los 6.000° de la fotosfera en general, por eso también son menos brillantes, un 30% de sus zonas contiguas.

Después de la fotosfera y eclipsada por esta aparece la cromósfera, no la podemos ver salvo durante los eclipses solares, cuando la Luna nos cubre la parte más brillante de nuestra estrella. Y la última capa será la corona, mucho más tenue pero muy extensa.

El Sol, a comparación de otras estrellas es un astro tranquilo, pero tiene ciclos de mayor actividad. Es allí cuando observaremos más manchas en su superficie y cuando son más frecuentes las eyecciones de masa coronal, ondas de radiación y viento solar, es decir, partículas cargadas eléctricamente que se desprenden del Sol y cuando llegan a la Tierra aún tienen la potencia para poner en riesgo a nuestros instrumentos en órbita.



**PAISAJE SONORO SIMULADO DEL INTERIOR DEL SOL - GENTILEZA UNIVERSIDAD DIEGO PORTALES (CHILE):**  
<https://astronomia.udp.cl/es/espanol-astronomia-inclusiva-un-viaje-sonoro-desde-el-interior-del-sol/>

**SONIDOS DEL SOL (OBSERVATORIO SOHO - NASA):**  
<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/sounds-of-the-sun>

# ***LOS PAISAJES SONOROS DE OTROS MUNDOS:***

Ya hemos aprendido que no podemos estar en otro planeta o luna del Sistema Solar sin la protección de un traje espacial, incluso en algunos sitios, ni esto bastaría para mantenernos con vida. Aún así, resulta interesante pensar cómo son los paisajes sonoros de otros mundos.

El espacio exterior es el mundo del silencio, al no haber un medio en el que se propague el sonido, hasta las explosiones estelares más violentas se dan sin que se escuche nada alrededor, pero en algunos planetas, las cosas son diferentes.

En Venus, por ejemplo, todos los sonidos están amplificados. Venus es un infierno de 450°C a toda hora, una niebla espesa a nuestro alrededor, gases tóxicos y una presión atmosférica 90 veces la que experimentamos en la Tierra al nivel del mar. Si hipotéticamente pudiéramos soportar todo esto, y estuviéramos parados en su superficie, los sonidos llegarían a nuestros oídos de manera ensordecedora.

Cientos de rayos por día, y quizás hasta erupciones volcánicas explosivas decenas de veces más fuertes de las que escuchamos en nuestro planeta nos harían escapar en busca de un ambiente más calmado.

En Marte las cosas se van para el otro extremo. En su atmósfera sutil, de sólo el uno por ciento de la atmósfera terrestre los sonidos viajan más despacio, tardan un tercio más en llegar desde donde se emiten a quien los escucha (un rayo que golpeará a 10 kilómetros de donde nos encontremos en la

Tierra, lo escuchamos 29 segundos después, mientras que en Marte lo haríamos 44 segundos después de observarlo). La envoltura gaseosa de Marte es rica en dióxido de carbono, que es muy bueno en absorber las vibraciones en el aire, así que termina silenciando los sonidos.

También el frío reduce la velocidad del sonido y en Marte hace mucho frío. Será un planeta de pocos estímulos. Con una atmósfera débil aún un tornado transportará poco aire que golpee nuestro rostro, el paisaje estará quieto y los ruidos serán apenas susurros. Susurros graves en un mundo que parece moverse en cámara lenta.

No sabemos si en los planetas gaseosos, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, tenemos una tierra para pisar bajo su densa capa de gases pero si así fuera, serían mundos donde la velocidad del sonido sería del triple de la terrestre. Sonidos fuertes y agudos, provenientes de choques de gases y tormentas eléctricas. Chirriantes en ambientes convulsionados.

En la luna de Saturno, Titán, las cosas son parecidas a la Tierra. Los sonidos allí nos resultarían familiares. Su atmósfera es aproximadamente un 50% más densa que la nuestra y hace más frío por lo que el sonido viajará más lento y será como más profundo, como si lo escucháramos salir de un recipiente, pero gracias a la abundancia de nitrógeno, el volumen será más alto.

Imaginarnos parados en otros mundos y conocer qué y cómo lo escucharíamos es, por ahora, lo más parecido que tenemos a viajar a ellos. Hoy tenemos una nave en la superficie de Marte, la Perseverance de NASA con un micrófono abierto a lo que allí pasa. Haciéndonos escuchar ese leve y sutil golpeteo del aire sobre el instrumento. Otra cosa diferente son los sonidos de ondas de radio provenientes del campo magnético de Júpiter. Esos son captados por los instrumentos de naves espaciales que

han llegado cerca y que luego fueron traducidos a ondas mecánicas para que los puedan escuchar nuestros oídos, parecen un tanto fantasmagóricos, como los de algunas nebulosas, estrellas o el Sol pero desde luego no escucharíamos eso si viajáramos a esos sitios.

Del mismo modo que los planetas se ven distinto, se escuchan distinto, se huelen diferente y nuestros movimientos no se sentirían de igual forma en cada uno de ellos. Pero eso, ya es otro tema...

**AUDIO VENERA 14 (1982) SOBRE LA SUPERFICIE DE VENUS:**

[https://www.youtube.com/watch?v=Hl6f3\\_yyq4I](https://www.youtube.com/watch?v=Hl6f3_yyq4I)



**SONIDO DEL VIENTO EN LA SUPERFICIE DE MARTE:**

<https://www.youtube.com/watch?v=PdoTDgyG82M>

**SONIDO DEL CAMPO MAGNÉTICO DE JÚPITER:**

<https://www.youtube.com/watch?v=yXgWfzR4gDg>

**SONIDOS DE SATURNO:**

<https://www.youtube.com/watch?v=pfuR5cgzggY>

# **¿A QUÉ HUELEN LOS PLANETAS?**

## **¿EL ESPACIO?**

## **¿LAS NAVES ESPACIALES?**

En principio, y al igual que ocurre con los sonidos, los olores necesitan un medio por el cual transportarse, por lo que el espacio exterior no huele o lo que es más correcto, no percibimos cómo huele, pero los astronautas han olfateado sus características al volver de una caminata espacial, que es cuando salen, sólo provistos de sus trajes, de las naves espaciales en las que viajan. Los trajes siempre tienen, según ellos, un olor a plástico reconocible, pero a la vuelta de sus actividades extravehiculares el olor que queda en su ropa, en sus herramientas o en algún instrumento que entran a la nave es distinto.

En el espacio se dan enormes combustiones dentro de las estrellas, las estrellas convierten hidrógeno en helio para brillar y también expulsan esos materiales en explosiones periódicas o al final de sus vidas. En las explosiones de supernovas las estrellas liberan oxígeno, carbono, y en definitiva, todos los elementos de la tabla periódica. Esa mezcla de elementos genera hidrocarburos aromáticos policíclicos que los astronautas definen de manera menos técnica como a metal quemado.

Hay otras aproximaciones más agradables como algunos que describen el olor del espacio como a bife a la plancha u olor a asado. También aparecen los gases de soldadura o una descarga eléctrica como cuando te sacás un pullover o una remera con estática.

Pero este olor podría no ser el de todo el espacio, te encuentres

donde te encuentres, sino el de los alrededores de la Tierra. El causante de este olor metálico podría ser el ozono, presente en pequeñas cantidades, incluso, más allá de la órbita lunar. Así comenzamos nuestro recorrido, prepárense, porque no todos los sitios nos recordarán un domingo en familia con unas hamburguesas (un poco pasadas) sobre la parrilla al carbón, hay mundos donde las cosas huelen muy mal.

¡Entremos a la nave! Dentro de la Estación Espacial Internacional los olores son una preocupación para las agencias espaciales que envían a sus hombres y mujeres a largas estadías en órbita terrestre. George Aldrich y su equipo de NASA se la pasan olfateando todo lo que pueda viajar al espacio, las pinturas con las que se cubran las instalaciones, el velcro con el que se sujetan las cosas en microgravedad, las consolas de circuitos eléctricos, la ropa, la tinta de los anotadores y hasta los pañales pasan por las narices de esta gente, que se sacrifica para que las narices de los astronautas sufran lo menos posible durante su trabajo en la órbita terrestre. Es que los materiales experimentarán grandes cambios de temperatura que pueden hacer que sean muy intensos y desagradables al olfato, aún al de un astronauta que por cómo se comportan los fluidos corporales en microgravedad, es posible que esté congestionado todo el tiempo y huela menos.

Con los materiales de la Estación Espacial expuestos a las altas radiaciones del espacio y a las temperaturas extremas, la nave huele también un poco a quemado lo que no es tan insoportable como el continuo zumbido de los equipos.

La atmósfera de Mercurio es muy débil, incapaz de retener una cantidad suficiente de gases como para que podamos oler. Sin embargo, haciendo un esfuerzo, quizás pudiéramos distinguir un muy sutil olor a sal, con una sensación de metalicidad, será por el sodio y el magnesio de su exósfera. Un remanso a disfrutar, porque lo que viene no es bueno.



Repasando los olores planetarios llegamos a Venus. Con una atmósfera con abundante dióxido de azufre Venus huele a huevos podridos.

Pasamos por la Tierra, en ella están los olores que más amamos, el pasto luego de la lluvia, los aromas de las flores, la intensa salinidad del mar de una tarde en la playa. Todo lo que conocemos, las referencias para lo bueno y lo malo, las tomaremos de esta tercera esfera alrededor del Sol que ha sido y es aún nuestro hogar desde siempre. Tal vez alejándonos de ella valoremos más sus acogedores paisajes, visuales, sonoros, y sus perfumes cautivadores.

Entre 1969 y 1972, doce hombres pisaron la Luna. Tomaron fotos y pusieron allí instrumentos, tomaron muestras del terreno... y olieron. Los primeros en hacerlo, obviamente, Armstrong y Aldrin en la misión Apollo XI, al entrar nuevamente a la nave, se encontraron con un preocupante olor a pólvora quemada. Desde luego no es tal cosa, pero el hierro, cobre, níquel y el resto de los minerales del suelo sumados dan esa sensación al olfato. Pude experimentarlo personalmente. Para mis talleres, tengo en casa regolito lunar simulado, una tierra confeccionada en los laboratorios de NASA, precisamente, con la composición química exacta que aprendimos en las misiones que han llegado hasta la Luna. Al abrir el paquete que me llega desde Estados Unidos, ese olor a pólvora me dio una idea cercana a la descripción de los astronautas.

El dióxido de carbono reinante en la atmósfera marciana lo hace casi inodoro, sí claro, si pudiéramos llevarnos a la nariz un puñado de tierra oleríamos el óxido de hierro que lo hace colorado.

Hasta aquí los planetas rocosos, esos donde podemos

imaginarnos caminando y oliendo a nuestro alrededor, obviamente, olvidándonos del hecho de que en ninguno de ellos podemos respirar, por lo que estar fuera de una nave sin un casco nos mataría en segundos. Para lo que sigue, tendremos que imaginarnos un escenario extra, caer por los miles de kilómetros de las envolturas gaseosas de los planetas gigantes, atravesar capas de gases diferentes, con olores distintos.

Entremos a Júpiter. Sus capas más externas huelen a amoníaco, una desagradable mezcla entre productos de limpieza y orina. Sólo podemos agradecer que la enorme gravedad de este gigante nos empuja hacia abajo con mucha más fuerza que en la Tierra y a la velocidad a la que vamos sólo soportamos esto unos segundos. Aunque lo que viene no es mejor, un intenso olor a huevo podrido, penetrando a nuestros oídos en ráfagas de densos gases a enormes velocidades nos hace pensar: ¿por qué no me quede yo en la Tierra? Por fin el interior de Júpiter es rico en cianuro de hidrógeno, que tiene un olor que nos recuerda a almendras.

Sobre Saturno aún los científicos no se ponen de acuerdo a la hora de elegir la fragancia del planeta anillado pero sí resulta muy interesante, como lo hicimos en el caso de los sonidos, adentrarnos en la atmósfera de su luna Titán, un mundo de hidrocarburos que huele, precisamente, a una estación de servicio. Son esos olores invasivos que algunos odian y otros aman por lo que no me atrevo a clasificar a Titán como un sitio donde estar con un casco sea una ventaja o una desventaja.

Si bien las capas externas de Urano son inodoras, como las de Neptuno, sabemos que su interior tiene sulfuro de hidrógeno, amoníaco, metano y dióxido de carbono. Urano huele a gases, pero de los que se nos suelen escapar a los humanos.

Estos juegos de escuchar, oler, caminar, “como si” estuviéramos

en otro sitio siempre son divertidos. Aún el olor de las cercanías de la Tierra, o del interior de una nave espacial, es algo que ha experimentado hasta hoy sólo el 0,00000008% de la población humana. Así que imaginarnos esos mundos prácticamente imposibles nos genera cierta fascinación. Los miembros de la Agencia Espacial Europea llevaron esto más lejos cuando sacaron una edición limitada, sólo para algunos miembros científicos y técnicos, del perfume del cometa Churyumov-Gerasimenko. Gracias a los datos recabados por la nave Rosetta sabían que el núcleo de este cometa contiene sulfuro de hidrógeno, amoníaco, metano (sí, ya saben que esto no va a terminar bien), dióxido de azufre y otros elementos que dan una mezcla desagradable entre pis de gato, alcohol y huevos podridos. No creo que ninguno de los que recibieron el frasquito se lo haya puesto para una fiesta, quizás para alguna reunión con acreedores.

Saliendo del Sistema Solar, de hecho, muy lejos, a unos 25.000 años luz muy cerca del centro de la Vía Láctea, encontramos una enorme nube molecular. Los astrónomos la llaman Sagitario B2 y está compuesta de formiato de etilo, lo que le da el aroma y sabor a las frambuesas y al ron.

Nuestro Universo es hermoso, sus diferentes rincones, plagados de brillantes colores y formas maravillan a nuestros ojos. Pero también es un Universo que podemos escuchar, tocar, oler, sentir. Los humanos tenemos la posibilidad de conocer por todas estas vías, la capacidad de recolectar todas estas informaciones diversas para nuestro asombro y disfrute, para sentirnos parte, de este todo inmenso.

## **ESTRELLAS EN EL CIELO:**

En 1999 un grupo de adolescentes marplatenses, ciegos todos ellos, llegaron a la cima del volcán Lanín con la colaboración de un equipo de escaladores que entendieron que no hay retos imposibles si se cuenta con el trabajo y las ganas suficientes. Ese grupo era cercano a una actividad de radio que yo mantenía por esos años y mi contacto con ellos me permitió hablar muchas veces de astronomía, compartir conocimientos y anécdotas y enfrentarme al desafío de cómo es el cielo para una persona invidente ante sus primeras preguntas. Para entonces, ya llevaba más de 10 años dando charlas sobre astronomía, dictando cursos, organizando exposiciones sobre el tema, pero nunca me había detenido en un dato que me pareció tan estremecedor como estimulante para mi futuro trabajo: *el cielo, para una persona ciega... no existe.*

No existe desde la perspectiva de que no podemos acceder a él por otro medio que no sea nuestra vista. El cielo nocturno no se escucha, no se siente, y desde luego, no se puede tocar. Así nació la idea de transformar las diferentes luminosidades de las estrellas y otros objetos celestes a una escala de sonidos de diferentes decibeles y el uso de los tonos graves a agudos para representar los diferentes colores presentes en una observación astronómica. ¿Por qué tanta preocupación por mostrar el cielo a quien no lo ve?

Estoy convencido que uno de los aspectos más importantes para el desarrollo de una persona es su relación con el medio en el que vive. El conocimiento de este será el origen de todas las preguntas y futuras curiosidades, será, el motivador de estudio y proveerá de la seguridad necesaria para experimentar con este. La Astronomía es, según muchos, la madre de todas las ciencias naturales ya que en los fenómenos celestes se hayan reflejadas

las más variadas disciplinas del saber humano. Pero también es una rama del saber con la que se experimenta una sensación ambivalente: por un lado ese deseo de escudriñar lo misterioso y por otro, la noción de inconmensurabilidad que representa hace que muchos creen que esto es para pocos ubicando a la Astronomía en un plano de conocimiento elitista de difícil acceso. Sé que el saber es un bien al que puede acceder cualquiera y es responsabilidad de quien conozca adaptar los mensajes a los diferentes niveles de los interesados.

Uno de los astrónomos más importantes de la antigüedad fue Hiparco de Nicea (c. 190-120 a.C.), un astrónomo griego llamado así porque nació en la ciudad de Nicea, Bitinia (hoy Iznik, Turquía). Sus estudios nos llegaron a nosotros gracias al gran astrónomo Tolomeo quien en el año 90 antes de Cristo escribió una obra que sería infaltable en la biblioteca de cualquier persona que se considerara culta, hasta el Renacimiento. La Obra se llama el Almagesto y es una recopilación del saber astronómico de su época, de estudios del propio Tolomeo y trabajos realizados por terceros como por ejemplo el catálogo de las estrellas de Hiparco donde aparecían en un mapa celeste (así se llaman) la posición de más de 1.000 estrellas divididas según su brillo en seis magnitudes numeradas del 1 al 6. Las estrellas de magnitud 6 serían las que el ojo humano apenas puede ver y las de magnitud 1 corresponderían a los astros más brillantes del cielo.

Era la primera vez que se evidenciaba el hecho de que no todas las estrellas se ven con el mismo brillo. Por supuesto en la época de Hiparco no existían las grandes ciudades que están cubiertas por un manto de luz que nos impide ver muchas estrellas, ni la contaminación ambiental existía. Hoy, desde Mar del Plata por ejemplo, podemos observar hasta magnitud 4,5 y más allá de eso necesitaremos el auxilio de un telescopio.

Lo interesante de todo esto es que Hiparco utilizó lo único que

disponía para estudiar el cielo que eran sus propios ojos, sin ningún tipo de instrumental que aumentara o mejorara de alguna manera su capacidad de observación. Podemos entonces llevar fácilmente estos conceptos a una emisión de sonido que nos será útil para lograr un “mapa mental” del cielo que tenga la mayor correspondencia posible con el real. Las magnitudes de este muchacho de Nicea aumentaban 2,5 veces la magnitud anterior, es decir, que una estrella de magnitud 3 sería 2,5 veces más brillante que una de magnitud 4. Pero nuestro ojo no distingue con tanta sutileza esas diferencias y por otro lado, llevar esto al audio resultaría conceptualmente erróneo y a que estrellas que puedo observar sin que me produzca ningún problema a los ojos llegarían a ser, en nuestra nueva escala, ruidos molestos que confundirían la realidad que estamos estudiando.

Si Hiparco hubiera tomado nuestra premisa seguramente hubiera colocado la magnitud 6 en las estrellas que se escuchan en 10 dB; más o menos lo que consideramos el umbral de la audición humana, quienes no escuchan muy bien no pueden escuchar las magnitudes 6, de la misma manera que muchos de nosotros, me incluyo, que no poseemos una visión perfecta (y ahora olvidando que esto es imposible actualmente desde las grandes ciudades por lo que citábamos anteriormente) no podemos observar esas mismas estrellas en el cielo. Los astros de magnitud 5 vamos a relacionarlos a un sonido en 20 dB; que corresponde al ruido de las hojas de los árboles, la siguiente magnitud (4) corresponderá a unos 30 dB; y será comparable al ruido existente en una casa urbana normal. A las estrellas de magnitud 3, fácilmente observables para cualquiera que tenga una vista no muy menguada las pasaremos a 40 dB., lo que es una conversación en voz baja y a las estrellas de magnitud 2 les corresponderán 50 dB; que es el equivalente a una radio escuchando música suave. Hiparco llegó a que las estrellas más brillantes eran las de magnitud 1 y a esas las haremos corresponder con 60 dB; que es el nivel de sonido que tiene una conversación ordinaria (y una conversación donde no se digan malas palabras también).

Pero lo que obviamos decir es que los científicos actuales tuvieron que corregir a este buen griego pues, “escuchando” mejor el cielo descubrieron que algunas estrellas y planetas se encontraban por encima de la magnitud 1. Entonces los llamaron de magnitud 0 y nosotros les daremos 70 dB; pero como todavía se quedaban cortos tuvieron que agregar más y utilizando números negativos tenemos de magnitud -1 con 80 dB; que es algo así como el ruido que se desprende de una calle con bastante tráfico, magnitud -2 (90 dB.), magnitud -3 (100 dB.) y magnitud -4 como la que llega a alcanzar Venus, por ejemplo, a la que le vamos a otorgar un nivel de sonido de 110 dB; esa va a sonar como un taladro de rocas y tal vez de esta manera nos logremos dar una idea que del sonido que se desprende de esta última al ruido de las hojas de las primeras hay una diferencia importante, que es la misma existente en el brillo observado de las estrellas en el cielo.

A esta altura los lectores de este capítulo entenderán más del cielo que muchas personas desprevenidas que se sorprenden cuando alguien les hace ver que los astros en el cielo se muestran con diferentes brillos y también, como veremos a continuación, con diferentes colores. Debido a su edad las estrellas tienen diferentes temperaturas y tamaños, la temperatura hace que estas sean de diferentes colores como por ejemplo rojas, amarillas o azules. Hay más distinciones pero usaremos estas para determinar con cuales colores se muestran las estrellas en el cielo.

Para eso convendremos en que el rojo será un sonido grave mientras que el azul corresponderá a una emisión más aguda, el amarillo quedará a medio camino entre ambos y la luz blanca, que es en realidad una saturación de todos los colores, quedará representada en un sonido que también represente la sumatoria de los anteriores.

En este momento nuestro conocimiento del cielo es lo bastante

bueno como para manejarnos en él con total naturalidad, casi, como si lo conociéramos de toda la vida, incluso, casi como si pudiéramos tocarlo. Pero para mejorar un poco nuestra idea cabe destacar algunas otras figuras que se nos presentan en el cielo nocturno y para ello debemos estudiar algo más sobre Astronomía.

Nuestra galaxia, la Vía Láctea, es una galaxia de forma espiral y, en uno de sus brazos más externos, se encuentra el Sol y girando alrededor de él, la Tierra junto con los otros planetas, asteroides, cometas y cuerpos menores del Sistema Solar. Es por eso que el brazo galáctico que se encuentra justo al lado del que nos contiene se puede ver en el cielo como una franja nubosa. A esa “nubosidad” la llamaremos “ruido o interferencia” pues actúa de la misma forma. Más atrás de esa interferencia no podemos observar nada pues nos tapa de la misma manera que el ruido que llamamos fritura nos dificulta una conversación telefónica. Le daremos unos 20 dB; para hacernos una idea de su magnitud.

Así nos va quedando completo nuestro mapa del cielo, lo hemos poblado de estrellas pero también en las magnitudes dadas anteriormente entrarán los planetas que pueden escucharse sin necesidad de ningún instrumento que los amplifique, estos son: Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno. Se diferenciarán de las estrellas porque estas podríamos decir que tienen un ruido intermitente ya que son fuentes de sonido, mientras que los planetas hacen rebotar el sonido de las estrellas (diríamos en términos más corrientes que reflejan la luz de las estrellas) y por eso, aunque son cuerpos opacos podemos verlos y en nuestro caso particular escucharlos.



# ***LA VIDA DE LAS ESTRELLAS:***

Durante mucho tiempo pensamos que las estrellas eran eternas, que siempre habían estado allí y siempre lo estarían. Pero aún cuando sus vidas se miden en miles de millones de años en comparación de las décadas que duran las nuestras, ellas también nacen, evolucionan y mueren. Las hay muy diferentes y todavía en la actualidad los astrónomos se ocupan de desentrañar sus secretos.

Me gusta la imagen prehistórica de las estrellas, esa que las imaginaba como fogatas lejanas, y que explicaba que nuestras fogatas se verían igual a una estrella desde la distancia. Pero hoy sabemos que las estrellas no son de fuego. Son esferas de gases (hidrógeno y helio principalmente) que equilibran dos fuerzas: la gravedad que los empuja hacia el centro, y la fuerza de los gases que tienden a expandirse.

Las estrellas nacen de enormes nubes de gas. Cuando en una pequeña región de estas nubes, por casualidad, la gravedad es ligeramente superior a la que hay a su alrededor, el gas comienza a acumularse en ese punto. Cuanto más material se acumula su fuerza de gravedad aumenta y sigue sumando gas. La presión ya es tan grande que la temperatura aumenta. A millones de grados en el núcleo de estas esferas de gas, los núcleos de hidrógeno se fusionan para formar átomos de helio, esa, es la forma en que brillan las estrellas.

Las estrellas viven vidas de diferente duración, las estrellas muy masivas, gastan su combustible rápidamente y sólo viven algunos millones de años, para una estrella como el Sol, de masa media, será de unos 10.000 millones de años y mucho más para una estrella de poca masa, que consume su material tan lento

que puede durar cientos de millones de años.

Cuando el hidrógeno empieza a escasear, y el núcleo ya tiene más átomos de helio que de este, la energía que se necesita para que el helio se convierta en carbono es mucho mayor que en el caso del hidrógeno. Todo dependerá de la masa inicial de la estrella. La vida de estos soles se dividirá en dos caminos posibles, las de aquellos que tienen una masa superior a ocho masas solares y estrellas con una masa inferior a ese límite.

En las estrellas con masa inferior a ocho masas solares, el helio no puede fusionarse por sí solo. La estrella comenzará a colapsarse para conseguir la temperatura y presión necesarias para seguir brillando. Al conseguir de nuevo energía, la estrella vuelve a expandirse pero se va enfriando poco a poco con lo cual adquiere un color rojo. Son gigantes rojas, lo que le espera a nuestro Sol dentro de 5.000 millones de años. Luego la estrella irá perdiendo las capas de su envoltura gaseosa en un proceso que se conoce como nebulosa planetaria, una burbuja de gases expandiéndose a 70 veces la velocidad del sonido.

En las estrellas más masivas el proceso es más violento. Dentro del núcleo aún hay presión y temperatura para convertir el carbono en oxígeno y este se fusiona con otros átomos para formar neón, silicio, y hasta hierro. Para seguir obteniendo energía, el núcleo se colapsa de nuevo. El núcleo ahora es muy denso. El resto de la estrella no lo es tanto y empieza a precipitarse hacia la zona más densa, casi a la velocidad de la luz. Al caer al núcleo denso esta materia produce vibraciones en las capas superiores parecidas a los terremotos y de allí rebotan en una monstruosa explosión que conocemos como supernova.

Lo que quede después de la explosión también dependerá de su masa, dando lugar a una estrella de neutrones (pequeña y muy densa) o un agujero negro, un objeto aún más masivo con una

fuerza de gravedad tal que ni siquiera la luz, lo más rápido del Universo, podrá escapar de su influencia.

Serán los gases expulsados de las estrellas, los que se junten en nuevas nubes para dar en escenario de nacimiento a una nueva tanda de ellas. Así el Universo se regenera y continúa su ciclo, como lo ha hecho en sus casi 14.000 millones de años.

# ***LA MÚSICA DE LAS ESTRELLAS:***

La astronomía, quizás sea, la ciencia con más arte de todas. Sólo mirar un cielo estrellado o las bellezas que podemos observar acercando nuestro ojo a un telescopio, nos genera esa emoción que como pocos fenómenos científicos, nos emociona. Recuerdo mis últimos dos eclipses totales de Sol, ambos en territorio argentino, en 2019 y 2020 y en cada uno de ellos, las lágrimas brotaron de mis ojos conmovido de la misma manera que podría estarlo escuchando una sinfonía.

Mi padre era concertista de piano, sin embargo nunca logró mantenerme en el taburete y mi fascinación fueron los libros de astronomía. Sin embargo, no son pocos los que conjugaron su amor por el cielo y la música.

Galileo dijo que las matemáticas son el lenguaje con el que Dios escribió el Universo, pero no fue ajeno a la música, sino todo lo contrario. Fue parte de una familia de músicos, Vincenzo, su padre, tal vez haya sido quien le inculcó el método científico cuando de niño Galileo lo veía experimentar con cuerdas de diferente longitud, material y tensión, cruzadas de pared a pared de la casa familiar, buscando nuevos sonidos para sus laúdes.

Más tarde, cuando Galileo deja sus estudios de medicina en la Universidad de Pisa para estudiar matemática esta dupla padre-hijo seguirá potenciándose. Las matemáticas y la física de Galileo estimulaban el pensamiento de Vincenzo sobre los problemas técnicos de la acústica. Vincenzo intentaba desentrañar los secretos de las cuerdas de distintos instrumentos, que sonaban diferente según el tamaño y forma de los espacios donde se ejecutasen. Las vibraciones y

longitudes de las cuerdas derivaban en experimentos, primero, y en fórmulas matemáticas, después, gracias al ayuda del hijo del músico.

Las motivaciones y la inspiración entre la física y la música constituyen un ejemplo exacto en este párrafo de la Historia. Para la ley de caída de los cuerpos Galileo necesitaba medir el tiempo, pero no disponía de instrumentos adecuados para intervalos pequeños, más pequeños que el segundo. Se basó en razones y proporciones, y tal vez, ya entrando en terreno más cercano a la especulación, en su oído musical. Los planos inclinados usados por Galileo entre 1603 y 1604, donde el tiempo transcurrido por una pelotita que viajaba por una canaleta es medido por el accionar de pequeñas campanas, son instrumentos musicales en sí mismos. Galileo puede medir intervalos de décimas de segundo aún cuando ningún instrumento de tiempo de la época le podía otorgar esa exactitud, sólo su oído musical, su entrenamiento en los experimentos de cuerdas de su padre, Vincenzo, y de una naturaleza que habla también en el lenguaje de las proporciones.

Desde Pitágoras intentamos encontrar proporciones y armonía en las posiciones y movimientos de cuerpos celestes. Kepler creyó encontrar una nota musical para representar a cada uno de los planetas que giran en torno al Sol y con eso intentó descubrir la música de las estrellas.

Entre los ejemplos de hombres con mentones elevados al cielo que también posaron sus dedos en un instrumento está William Herschel, el descubridor de Urano. Herschel también tuvo un padre músico, militar en este caso, y junto a él y a su hermano Jacob formó parte de la banda del Regimiento de Guardias como intérprete de oboe. La música lo envolvió de armonías y lo llevó a la disonancia de la guerra. Huyó a Inglaterra donde se convirtió en organista Halifax y más tarde en director de

orquesta en Bath. Compuso sinfonías hermosas mientras descubría nebulosas de a cientos, medía los tiempos entre las notas con la misma pericia que las distancias de las estrellas más cercanas a sus telescopios.

Otros son los casos de los músicos que se inspiraron en los objetos celestes: Gustav Holst, Urmars Sisask y ahora Amanda Lee Falkenberg encuentran en planetas y lunas las notas que fluyen en los pentagramas con la misma gracia que ellos en sus órbitas.

Albert Einstein tocaba el violín y el piano. Mozart era su compositor favorito y para él, la música de Mozart era tan pura que parecía que hubiese estado siempre presente en el mundo, esperando ser descubierta por el maestro. Casi como si de las leyes del Universo se tratara. En nuestros días ejemplo de astrofísico y músico es el guitarrista Brian May que puede tanto componer « Too Much Love Will Kill You » como estudiar la luz zodiacal o participar de la misión a Plutón, New Horizons.

La música nos inspira, nos eleva, influye en tal vez lo que más humanos nos hace, nuestras emociones. También nos representa. Dos naves lanzadas por la NASA en 1977 llevan nuestra música hacia enormes grupos de estrellas. Con ellas, quizás dos de nuestras mayores expresiones de la cultura se conviertan en una embajada interplanetaria: la música y nuestra curiosidad científica nos mostrarán como lo que somos, y mejor aún, como siempre ocurre con una buena obra de arte o una ingeniosa explicación del universo, significará la mejor que podemos ser.

# **EXOPLANETAS:**

Siempre supimos que otras estrellas debían tener planetas, que el Sol no podía ser el único con una corte de estos objetos a su alrededor. Nicolás de Cusa (1401-1464) y Giordano Bruno (1548-1600) ya hablaron de la infinitud de los mundos, ellos estaban convencidos que allí arriba, puntos luminosos por nosotros imperceptibles serían mundos, incluso, habitados. Hoy conocemos muchos, pero sabemos que hay muchos más esperando su descubrimiento. Según Ann Druyan en su último libro, “Cosmos, Mundos Posibles” en un Universo con cien mil millones de galaxias, cada una con un promedio de cien mil millones de soles, se formará un planeta por segundo... y otro... y otro más en este mismo momento.

En 1991, mientras la Unión Astronómica Internacional estaba reunida en Buenos Aires, un polaco, Aleksander Wolszczan, informaba sobre el descubrimiento de un planeta extrasolar alrededor de un púlsar. Si bien ese preciso hallazgo se trató de una equivocación de cálculo, el mismo astrónomo, usando el radiotelescopio de Arecibo encontró no uno, sino 3 planetas alrededor del púlsar PSR1257+12 al año siguiente. Era la primera confirmación de nuestras sospechas. Otras estrellas, en este caso un tipo de estrella muerta, tenían planetas girando en torno suyo.

En 1995, otro equipo de trabajo, en este caso liderado por Michel Mayor y Didier Queloz, de la Universidad de Ginebra, en Suiza, descubre al primer planeta dando vueltas alrededor de una estrella normal, 51 Pegasi. Hoy lo llamamos un Júpiter caliente, ya que es un planeta gigante, aún más grande que Júpiter en nuestro Sistema Solar, pero “pegadito” a su estrella, con 1.000 grados de temperatura y dándole una vuelta cada 4 días.

Hoy conocemos más de 5.000. Son mundos muy diferentes, los hay gigantes calientes, otros helados, otros, del mismo modo que nuestra Luna con la Tierra, le dan siempre la misma cara a su estrella manteniendo un hemisferio en un infierno insoportable y el otro en una eterna y fría oscuridad. Sabemos de mundos similares al nuestro, ubicados en sus órbitas de tal manera que reciben la energía de su estrella suficiente, pero no en demasía, como para que si hubiera agua esta fluyera líquida en su superficie. Nuestros instrumentos detectaron ya planetas con enormes anillos que empalidecen la magnitud de los de Saturno, lunas extrasolares y hasta nubes de cometas en torno a otros soles. Todo en nuestra galaxia, solamente, y no mucho más lejos de los 1.500 años luz como límite de distancia. 5.000 planetas descubiertos a 30 años del primero, en una pequeña porción de un 0,03% del total de la galaxia, la nuestra, entre otras 100.000 millones. Una aventura, que recién comienza.

De todos ellos, hemos visto a muy pocos, y en cualquier caso son sólo puntos casi imperceptibles cerca de su estrella. La enorme mayoría se descubren de forma indirecta. Adivinando su existencia por un comportamiento extraño de su estrella central, que se mueve, o cambia de brillo, de otra manera inexplicable. De ellos, más de la mitad nos lo mostró un solo instrumento, el Telescopio Espacial Kepler, lanzado en 2009 encontró más de 2.600 de ellos y aún cuenta con una lista de 3.500 por confirmar. Casi todos los encontró en un pedacito de cielo muy pequeño, se necesitarían 400 telescopios como él para cubrir todo el firmamento pero no sería extraño suponer que hubiéramos encontrado 400 veces más planetas allí.

Hemos encontrado un planeta girando alrededor de la estrella más cercana al Sol, Próxima Centauri, que está a 4 años y cuatro meses viajando a la velocidad de la luz. Y sistemas de hasta siete planetas en torno a una misma estrella, parecidos al nuestro, aunque en realidad en miniatura, como es Trappist-1. Hay nuevos telescopios que se suman a la búsqueda, en el espacio y en tierra firme, con el mismo sueño de seguir descubriendo, de



poblar el Universo de mundos conocidos, quizás, de esperar sobre alguno de ellos el máximo descubrimiento de la Humanidad hasta ahora, saber si estamos solos o no en el Cosmos, pero para eso, habrá que esperar.



**SONIFICACIÓN SISTEMA TRAPPIST-1:**  
<https://www.system-sounds.com/trappist-sounds/>

# ¿CÓMO ES LA VÍA LÁCTEA?:

La Vía Láctea, la galaxia donde se ubica el Sistema Solar, tiene una forma de espiral barrada. Un núcleo central en forma de maní cruzado por una barra de gas y polvo de cuyos extremos salen brazos que se cierran formando una espiral. Tiene entre 200.000 a 400.000 millones de estrellas o soles y un diámetro de 200.000 años luz. Realmente son todos números inimaginables para nosotros.

Juguemos con datos más accesibles. Pensemos que esos brazos en espiral forman un disco que tiene 200 metros de diámetro, es decir, nuestra galaxia ahora cubrirá una plaza como la mayoría de las que encontramos en las ciudades de Argentina, de 2 manzanas por 2. El disco es mucho más ancho que grueso, si lo apoyamos sobre el piso llegará a los 80 cm de altura, un poco más arriba de nuestras rodillas. El Sol no está en el centro, sino a unos 26.000 años luz del centro galáctico, en nuestra escala, unos 30 metros.

Es una suerte no estar en el núcleo. Allí se encuentra la mayor concentración de estrellas, las más viejas, gigantes rojas en su mayoría millones de veces más voluminosas que el Sol. Sus fuerzas de atracción habrían hecho muy complicado que se formara el Sistema Solar en ese entorno turbulento. También en el núcleo, creemos que hay un enorme agujero negro, con casi 3 millones de veces el material que forma nuestra estrella e igualmente así de poderoso. Podríamos decir que toda la galaxia gira a su alrededor, aun cuando las periferias como las que habitamos no lleguen nunca a sus zonas de influencia.

Del núcleo sale una barra de unos 13.000 años luz de radio, es una zona muy activa en formación de estrellas. De sus extremos

salen los brazos, dos principales llamados Escudo-Centauro y Perseo, y otros dos secundarios, Sagitario y Norma. Desde lejos, la Vía Láctea debe verse muy simétrica, más roja en su centro por el tipo de estrellas que lo pueblan y más azulada en el disco rico en estrellas jóvenes, más calientes, y por ende de ese color.

Desde muy adentro como es la posición del Sistema Solar, es complicado estudiar la forma de nuestra galaxia. Fue Edwin Hubble, el mismo que le da nombre al más famoso de los telescopios espaciales, en 1926 quien observando otras galaxias desde el observatorio de monte Wilson, en Estados Unidos, encontró en ellas diferentes formas para clasificarlas. Así halló entre ellas galaxias espirales, espirales barradas, elípticas (como esferas más o menos achatadas) y desde luego, galaxias irregulares sin una forma definida.

Hoy sabemos que muchas de ellas, incluso la nuestra, tienen a su alrededor un halo de materia oscura, no sabemos muy bien de qué se trata pero tal vez forme el 80% de todo el material del Universo y es la responsable de que las galaxias espirales como la Vía Láctea mantengan su forma y giren del modo en que lo hacen.

Nuestro Sistema Solar gira alrededor del centro de la galaxia cada 228 millones de años. En los 4.600 millones de años de edad que tiene, quiere decir que ha dado ya más de 20 vueltas por toda la galaxia, saliendo de un brazo y entrando en otro, “mirando” sucesivamente hacia distintos sectores del Universo. Quizás, en otros tiempos se divisaban en el cielo terrestre otras galaxias satélites de la nuestra.

Como los planetas tienen satélites, las estrellas pueden estar acompañadas de varias otras, también las galaxias, y en particular la Vía Láctea tiene otras galaxias, más pequeñas, alrededor de ella. Son una docena de mediano tamaño y algunas

decenas de galaxias difusas, apenas perceptibles. Todo en el marco de un “barrio” galáctico, el Grupo Local, una asociación de unas cuarenta galaxias principales entre las que la nuestra, junto con Andrómeda (la mayor) y el Triángulo son los tres miembros principales. Aquí el espacio entre ellas no se expande, al contrario, dentro de sus límites, la fuerza de gravedad gana y en un futuro, dentro de 5.000 millones de años, quizás todas se hayan fusionado en una sólo, enorme, galaxia en forma de pelota.

# **UN UNIVERSO INCONMENSURABLEMENTE VIEJO:**

Vivimos en un Universo gobernado por lo invisible. Si bien nos maravillan las imágenes de galaxias y nebulosas, de brillantes colores y formas hay mucha más información, allí, donde nuestros ojos son ciegos. Es verdad que un astrónomo estudia la luz de los objetos celestes, pero para ellos, luz, es un concepto más amplio que en la vida cotidiana.

Estudiamos el Universo en ondas de radio; en rayos gamma; detectamos el “calor” en el infrarrojo y estudiamos también el Cosmos en el ultravioleta. Podríamos decir que le sacamos radiografías a las galaxias y recolectamos partículas que han viajado miles de millones de años luz hasta nosotros.

El Universo es inconmensurablemente viejo, hoy creemos tiene unos 13.800 millones de años de edad, y es muy grande. Dado que todo este tiempo se ha estado expandiendo, e incluso lo hizo más rápido en un brevísimo tiempo después del Big Bang, el tamaño de nuestro Universo conocido ronda los 93.000 millones de años luz de diámetro. Es decir, la luz, viajando a 300.000 kilómetros por segundo, tardaría unos 93.000 millones de años de ir de un extremo de nuestro Universo conocido al otro, y aún más, porque mientras realizara este viaje, todo el Universo se seguirá expandiendo.

Sí, nuestro Universo nació desde un punto muy pequeño que comenzó a expandirse. No se expandió por el espacio. El mismo espacio y el tiempo surgieron de allí. Desde luego no había ningún objeto celeste todavía, sólo una densa energía a unos 100 quintillones de grados centígrados. Luego de un tiempo inimaginablemente corto que conocemos como Tiempo de

Planck (Premio Nobel de Física en 1918) y que equivale a un cero, coma, 42 ceros antes del 1, segundos, el Universo aún era 100 trillonésimas de veces más pequeño que un átomo y un poco después (siempre hablando de fracciones muy, muy pequeñas del segundo) comienza a expandirse más rápido que la velocidad de la luz. Cuando termine este cortísimo periodo el Universo ya tendrá un tamaño de un metro y dentro de él, algunas diferencias de densidad, serán el origen de las futuras galaxias.

A una fracción 100 mil millones de veces más pequeña que el segundo después del Big Bang nuestro Universo bebé tiene ya el tamaño del actual Sistema Solar y se sigue expandiendo. Más tarde se formarán los protones y neutrones de partículas más pequeñas. Pero, vayamos “más rápido”, mucho más rápido. Un minuto y medio después del Big Bang la temperatura del Universo bajó a mil millones de grados y se empiezan a formar núcleos de hidrógeno y el helio que aún son los elementos mayoritarios en el Cosmos.

Alrededor de los 300.000 años después del Big Bang la temperatura cae a unos 3.500 grados. Los electrones y protones se combinan para formar átomos y la luz ya puede liberarse. Hasta ese momento, los fotones rebotaban en esa masa densa y enormemente caliente que era el Universo, pero a partir de este momento comienzan a viajar a la mayor velocidad registrada por algo. El Universo se hace visible. Por eso, este será el límite para que un telescopio, por más potente que sea, pueda acercarse al Big Bang. Mirará este momento en que la luz comenzó a viajar sin ataduras como la conocemos hoy.

100 millones de años después se forman las primeras estrellas, y cuando estas se agrupan, en enormes estructuras de cientos de miles de millones de ellas junto con gas y polvo nacen las primeras galaxias.

# ***EL CALENDARIO CÓSMICO:***

En 1982, un gran divulgador científico llamado Carl Sagan hizo una adaptación de las enormes edades del Universo para su mejor comprensión. Achicó los 13.820 millones de años de la Historia del Universo a un año terrestre poniendo al Big Bang entonces, en el primer segundo, del 1º de enero. En esa escala nuestra galaxia, la Vía Láctea se formará para los primeros días de marzo y el Sistema Solar comenzará su evolución, a partir de una nube de gases en torno a un Sol naciente, para el 22 de agosto. La Tierra aparecerá en escena para el 31 de ese mes, cuando ya los gigantes que se formaron más cerca del Sol de su posición actual hayan migrado a sus órbitas lejanas dejando espacio para que se formen los planetas pequeños como el nuestro. Un gran objeto golpeará la Tierra el 8 de septiembre arrancándole un pedazo que luego será la Luna. El 15 de septiembre nacerá la vida en nuestro planeta. Esta era simple, no llegarán los organismos pluricelulares hasta el 30 de noviembre.

El 12 de diciembre de nuestro calendario cósmico, aparecen los primeros animales y el 17 de diciembre los primeros vertebrados. La Tierra comienza a poblarse en los mares y desde allí se traslada a tierra firme. Las primeras plantas terrestres las encontramos el 20 de diciembre, como confeccionando el escenario propicio para que aparecieran los primeros animales terrestres el 22 de diciembre, eran los tetrápodos (del griego “cuatro patas”) que evolucionaron a partir de peces con aletas lobulares a los primeros anfibios del período Devónico. La vida es algo maravilloso, casi improbable, sea de un “caldo primitivo” cuyos ingredientes se encontraban en nuestro planeta o sea la vida algo que llegó a nosotros subido a un cometa que se estrelló en la Tierra primitiva, esta, ha revolucionado nuestro planeta “día a día”... al menos a esta escala.

El 23 de diciembre comienzan los reptiles a poblar la Tierra y en navidad nuestro Papá Noel astronómico nos trae a los mismísimos dinosaurios. El 26 de diciembre aparecen los mamíferos, el 27 las aves y el 28 la Tierra conoce a las flores.

Quizá fue el polen de las flores, quizás por un repentino cambio climático que enfrió a la Tierra, la competencia con los nuevos habitantes, los mamíferos, mayoritariamente más inteligentes y más ágiles, la caída de un meteorito o por una suma de todas esas razones, los dinosaurios se extinguieron un 30 de diciembre de nuestro calendario cósmico, luego de haber reinado en nuestro planeta durante 5 días.

Llegamos al último día del año, el 31 de diciembre. Recién a las 18.45 nuestro planeta es recorrido por los primeros Australopitecus. A las 21.40 aparece el Homo Habilis y a las 23.00 el Homo Erectus. 15 minutos después nos encontramos con el Homo Sapiens. Allí comienza nuestra historia. Ya termina nuestro año, pasaron en realidad 13.700.000.000 de años del Big Bang, que en nuestra escala quedó ubicado el primer segundo del primero de enero. Falta un minuto, son las 23 horas 59 minutos 10 segundos y la Humanidad crea la Venus de Willendorf, una exquisita pieza que representa a la vida, lo femenino, y a uno de los puntos luminosos más destacados de nuestros cielos. A las 23 hs 29 min 48 segundos construimos Stonehenge, 2 segundos después las Pirámides de Egipto y 2 minutos después se funda Roma. A las 23 horas 59 minutos 54 segundos la Historia le da la bienvenida a Buda y un segundo después, a Jesús. En el último segundo del año, a las 23 horas 59 minutos 59 segundos Colón pisa América y nuestro planeta “se encuentra” oficialmente en sus dos mitades.

En un minuto, de todo un año, hemos creado algo fantástico llamado ciencia. Es sólo una herramienta y quizás, contenga en si muchos errores, pero es lo que nos ha permitido encontrar explicaciones bastante convincentes para contar qué sucedió,



cómo, y cuando, en todo el año que “nos perdimos” desde que el Universo se formó en el Big Bang.

Viajemos por el Universo entonces, los invito, hoy nuestra tecnología no nos lo permite. Las naves más rápidas que hemos construido viajan a un promedio de 60.000 kilómetros por hora y con eso, tardaríamos unos 18.000 años en salir del Sistema Solar y unos 77.000 años en llegar a la estrella más cercana al Sol.

# ***HACIENDO ESPACIO PARA TODOS:***

Todo comenzó un 4 de octubre de 1957, cuando la entonces Unión Soviética lanzaba al satélite Sputnik 1, una esfera de 58 cm de diámetro, con cuatro antenas de casi 3 metros de largo que sólo hacía un bip-bip, pero que cambiaría la Historia para siempre. Luego vendría el primer ser vivo en órbita, la perra Laika y muchos otros animales que antes y después nos enseñarían cómo se adapta la vida a las condiciones de la microgravedad. El primer hombre en dar una vuelta alrededor de la Tierra también fue un soviético, Yuri Gagarin lo hizo el 12 de abril de 1961 y luego la primer mujer, dos años más tarde, Valentina Tereshkova.

Los seres humanos ya se habían aventurado al espacio. Habíamos lanzado nuestros primeros instrumentos y algunos hombres (y una mujer) enviaron no sólo el producto de sus mentes sino sus propios cuerpos a orbitar el planeta. Alekséi Leónov, el 18 de marzo de 1965, abrió la escotilla de su nave Vosjod 2 y estuvo 12 minutos flotando sólo en el espacio, unido a su nave únicamente por una cuerda. Estuvo seleccionado para realizar, tres años más tarde, un vuelo de circunvalación de la Luna pero se canceló, la nave Apollo 8 en la navidad de 1968 consiguió ese hito.

En julio de 1969 los Estados Unidos ponían a dos hombres en la superficie lunar, Neil Armstrong y Buzz Aldrin se convertirían en los dos primeros de una lista que llegaría a una docena desde entonces hasta 1972. Nunca más volvió ningún ser humano pero eso cambiará muy pronto con la misión Artemisa de la NASA.

En 1975 ambos países antes enfrentados en sus carreras espaciales acoplarían sus naves en la órbita terrestre en el

programa Apollo-Soyuz. Serían las mismas Soyuz que llevarían a cosmonautas de 15 países comunistas al espacio en el programa Intercosmos. Hoy 42 naciones han tenido ya su representante en el espacio a bordo de naves de diferentes países, de ellas, sólo tres: Estados Unidos, Rusia y China lo pueden hacer con naves propias.

El programa de transbordadores espaciales de la NASA aún nos representa la imagen de acceso al espacio. Se construyeron cinco llamadas Columbia, Challenger, Discovery, Atlantis y Endeavour, que fueron usadas en 135 misiones a la órbita terrestre. Con ellas se lanzaron sondas planetarias como la Magallanes o Galileo, y al Telescopio Espacial Hubble entre otras investigaciones importantes.

Un repaso, por más rápido que sea a la exploración espacial tripulada no estará completo sin la mención de las estaciones espaciales. Las Saliut (la Saliut 7 terminó cayendo en cientos de pedazos en Argentina en 1991), la Skylab y la Estación Espacial Mir, antecesoras de la actual Estación Espacial Internacional, una construcción del tamaño de una cancha de fútbol que desde 1998 a la fecha ya recibió más de 260 personas de 19 países. También está en órbita la Estación Tiangong, de China.

El año pasado (2021) la Agencia Espacial Europea comunicó que por primera vez elegiría a un astronauta con discapacidad, dentro de su nueva convocatoria, que por el ingreso de Lituania a ese consorcio se extendió hasta julio. Si bien al momento que estoy escribiendo este artículo no se sabe quién será y su real condición física resulta histórico en absoluto. El espacio deja de ser ese ámbito sólo de los cuerpos perfectos, cuando los astronautas eran pilotos jóvenes y entre ellos, los más rigurosamente seleccionados.

Un primer paso se había dado el 29 de octubre de 1998 cuando

John Glenn, el primer norteamericano en orbitar la Tierra, volvía al espacio a bordo del transbordador espacial Discovery a sus 77 años. En esa misión se habían hecho muchos estudios sobre el cuerpo de Glenn para evaluar las consecuencias de la microgravedad en una persona de edad avanzada. No fue el único caso aunque tuvimos que esperar mucho para el siguiente. El 20 de julio de 2021, a la edad de 82 años, Wally Funk, una miembro del programa Mercury 13 de mujeres astronautas que nunca llegaron al espacio, sí lo logró a bordo de la misión NS-16 de Blue Origin. Record que no ostentaría por mucho tiempo ya que en octubre, William Shatner, el capitán Kirk de Star Trek, haría el mismo vuelo a sus 90 años.

Está claro que estos dos últimos vuelos fueron de algunos minutos, suborbitales, y que no significaban ninguna exigencia para sus tripulantes pero que pudieran hacerlo personas de edad avanzada significó que a partir de ahora, mirar a la Tierra desde más allá de los 100 kilómetros de altura, no será privilegio de unos pocos, o al menos (ya que el costo de estos vuelos sigue siendo muy alto) el impedimento no será la edad o la condición física.

¿Pero qué hay sobre una persona con discapacidad como astronauta profesional? Una de las personas que consulté al respecto fue a Guillermo Rojo Gil, atleta olímpico, guía de un atleta paraolímpico, entrenador y hasta preparador físico de astronautas de ESA. Guillermo tiene casi todas las perspectivas para opinar en el tema. *“Cuando pensamos en la condición física de un astronauta no pensamos en valores superlativos, pero sí en valores equilibrados. En mi caso por ejemplo que soy un atleta de elite, que compito en los 400 metros, tengo mucha fuerza muscular, mucha explosividad, pero mis valores de flexibilidad no son tan buenos, no sería un buen prospecto de astronauta en ese sentido. Con los astronautas se busca que todos los elementos de la condición física estén equilibrados. Obviamente esto no va a pasar tampoco con personas con una*

*discapacidad severa. Quizás, en esta primera etapa al menos, se busque personas que tengan alguna amputación, preferentemente de piernas que no son tan necesarias en el espacio, no así los brazos que se requieren para hacer los experimentos propuestos por las agencias espaciales que administran la Estación Espacial Internacional”.*

La ESA dice que está buscando personas que estén psicológica, cognitiva, técnica y profesionalmente calificadas para ser astronautas, pero que tengan una discapacidad física que normalmente les impediría ser seleccionados debido a los requisitos impuestos por el uso del hardware espacial actual. También que está dispuesta a invertir en las adaptaciones que sean necesarias para que estos astronautas con discapacidad puedan participar de una misión útil y segura.

Para eso buscó la experiencia del Comité Paralímpico Internacional y usó la tabla que desarrollaron para categorizar los diferentes tipos y grados de impedimentos, especialmente la lista de impedimentos elegibles. Para la Agencia Espacial Europea (ESA) quedaron tres categorías:

- 1) Rojo: cuando el tipo y grado de discapacidad no era compatible con seguridad con la tarea.
- 2) Verde: cuando el tipo y grado de discapacidad pueda ser compatible con la tarea.
- 3) Amarillo: cuando el tipo y grado de la discapacidad pudiera hacerse plenamente compatible con la tarea con algunos ajustes, modificaciones o innovaciones.

Casi queda claro en esta primera aproximación que se elegirá a

alguien categorizado en la verde. Incluso el poster de la convocatoria adelanta como ejemplos a quienes tienen baja estatura, una pierna ortopédica o una pierna más corta que otra.

Muchas veces vemos que los astronautas hacen tareas repetitivas, que siguen recetas haciéndonos pensar que si bien tienen que ser muy ordenados, muchas de ellas no corresponden a sus áreas de expertíz. Pareciera que todo lo que piden en los procesos de selección es, en el mejor de los casos, demasiado. La sobrecalificación es un tema de oferta y demanda, como dice Nancy Vermeulen<sup>1</sup> para este trabajo: *“se trata de elegir lo mejor de lo mejor. Si hay miles de candidatos con perfiles altos y sólo necesitas seis, creo que es normal elegir a estas personas con habilidades y condiciones extraordinarias para estar seguro de que después de un entrenamiento costoso, podrán realizar múltiples misiones. Se trata de costos de capacitación y eficiencia. La razón para usar listas de verificación extensas es asegurarse de que todo salga según lo planeado y que nada se pierda debido a un error humano, la misma razón por la que los pilotos de las aerolíneas están capacitados para trabajar con procedimientos estrictos a pesar de sus antecedentes.*

*En el momento en que los vuelos espaciales comerciales privados se vuelvan más comunes, las personas con condiciones de salud menos perfectas tendrán oportunidades, pero para el cuerpo de astronautas profesionales, a mi juicio, eso no cambiará”.*

No todos piensan igual, incluso hay quienes ven en una persona con discapacidad una ventaja a la hora de conformar una tripulación espacial. Sheri Wells-Jensen, una lingüista norteamericana con ceguera, involucrada en el proyecto astroaccess<sup>2</sup> nos recuerda lo que significa ser astronautas en nuestras mentes infantiles, y la frustración casi ineludible que tenemos la gran mayoría de los seres humanos cuando nos

enfrentamos al conocimiento consciente que eso sólo quedará en el territorio de los sueños. *“Todo niño de seis años quiere ser astronauta. Este objetivo profesional está a la altura de bombero, detective, vaquero y bailarina. Sin embargo, en poco tiempo, la mayoría reconoce que no cumple, y de hecho nunca cumplirá, los requisitos físicos no negociables para el trabajo. Son demasiado altos, o tienen una rodilla débil, pies planos o alguna otra irregularidad fisiológica leve pero incorregible que significa que no tienen lo que Tom Wolfe llamó "The Right Stuff" (lo que hay que tener)”*<sup>3</sup>.

Pero ella cree que en el mundo de la exploración espacial, no sólo debe haber lugar para quienes tienen una dificultad física, sino que esto mejorará la tarea en su conjunto. La diversidad, en las empresas por ejemplo, ayuda a la toma de decisiones, a la flexibilidad, al respeto, a la creatividad. Pero esto, al menos por ahora, no parece aplicarse a cierta altura sobre nuestras cabezas. Según Sheri y habla desde su perspectiva personal.

*“Una persona ciega en una estación espacial probablemente parezca, prima facie, muy aterradora dado que sus colegas podrían tener que depender de ella en caso de emergencia. Pero los adultos ciegos son padres, maestros, científicos y chefs exitosos, y no tienen más accidentes que las personas videntes. No hay ningún peligro inherente asociado con una persona ciega que hace su trabajo.*

*La clave del éxito aquí radica en adaptar los instrumentos para generar información en braille y/o audio junto con pantallas visuales”.*

Es hacer tecnología redundante, cosa que es absolutamente común en la industria espacial. Hacer cosas que tengan dos o tres maneras de funcionar, o dos o tres elementos para hacer lo mismo. Sumarle braille o audio a las pantallas puede ayudar

también a un tripulante con visión en una situación particular. El 23 de febrero de 1997 el fuego en la estación espacial Mir obligó a los cosmonautas a salvar la nave y sus vidas en medio de un entorno enrarecido que casi no los dejaba ver. También el astronauta canadiense Chris Hadfield, en 2001, en la misión STS-100 del transbordador espacial Endeavour, quedó ciego durante una caminata espacial por problemas en su casco. Incluso el astronauta italiano Luca Parmitano la pasó peor cuando su casco se llenó de agua, ahogándolo casi, mientras se encontraba en una caminata espacial en 2013. Se taparon, de esa agua que en microgravedad parece más una gelatina, sus ojos, la nariz y las orejas. Solo podía respirar por la boca, no podía escuchar, no podía comunicarse con nadie porque el micrófono estaba cubierto de agua y no podía ver. Quizás en estos casos, si los guantes tuvieran más flexibilidad que los actuales, y privilegiaran la sensibilidad al tacto, adaptaciones que deberían hacerse si las tripulaciones consideraran a personas ciegas como parte integrante, la resolución de estos problemas hubiera sido más fácil.

*Sheri Wells-Jensen cree que “un astronauta ciego no sentirá las náuseas causadas por la falta de un horizonte visual. (...) Del mismo modo, habría pocas razones para preocuparse por el daño que la microgravedad causa a la visión a medida que se acumula líquido en el ojo, distorsionando el globo ocular y, en algunos casos, presionando el nervio óptico”.*

Según hemos expuesto aquí, con la posibilidad inminente de tener en la rampa de acceso de una lanzadera espacial a una persona con discapacidad en los próximos años, con la imagen aún emocionante en nuestras retinas de “abuelos” astronautas a bordo de una nave, pareciera que el tema es algo nuevo. Que es producto de una época absolutamente revolucionaria en el acceso al espacio como la actual y que tiene que ver con los ya más de 60 años de maduración de una aventura espacial tripulada. Pero no es así. La discapacidad y esta actividad humana en particular están entrelazadas desde sus comienzos.



A comienzos de los años 50, cuando los hombres en el espacio sólo estaban en los libros de ciencia ficción, la NASA ya se preparaba para convertirlo en realidad. Se alió en ese entonces con la Universidad de Gallaudet, hicieron pruebas a más de 100 personas sordas y reclutaron a 11, los "Gallaudet Eleven". La idea era aprender cómo responde el cuerpo humano cuando no funcionan las señales gravitatorias del oído interno. Muchos de los experimentos parecerían torturas, sino fuera que los voluntarios casi no se enteraban que estaban en uno. Los subieron a una embarcación frente a la costa de Nueva Escocia en medio de una violenta tormenta con vientos a más de 70 km/h y mar fuertemente agitado. Los 11 hombres sordos jugaban a las cartas y reían mientras el experimento se tuvo que cancelar por los mareos de los investigadores de la NASA. También estuvieron 12 días dentro de una sala que rotaba diez veces por minuto. Nunca se marearon y a los 3 días incluso ya se habían adaptado a caminar y hacer todas sus rutinas compensando ese movimiento. Los subían a los vuelos de gravedad cero y ellos nada, la NASA aprendió mucho, Harry Larson, uno de los "Gallaudet Eleven" dijo una famosa frase: *“Éramos diferentes de la manera que ellos necesitaban”*. Sin embargo, y pese a que una buena porción de los astronautas no son absolutamente productivos en sus primeros días en órbita por los mareos (sobre todo las mujeres), nunca hasta ahora ni la NASA ni ninguna otra agencia espacial ha elegido a una persona con esta condición para el trabajo. Sí un caso intermedio es el del astronauta norteamericano Leland Melvin, quien durante un entrenamiento submarino, sufrió y se recuperó sólo parcialmente de una lesión grave en el oído izquierdo que no le impidió volver al espacio.

Julia Velasquez<sup>4</sup>, una estudiante sorda de la Universidad de San Diego, Estados Unidos, ha participado de una misión análoga de Marte en Hawaii y no es el único caso de alguien con discapacidad en formar parte de este tipo de investigaciones. Marcin Kaczmarzyk, polaco, ciego, también lo hizo.

Estos y otros estudios no sólo piensan en el ámbito de la órbita terrestre. Pensamos en la Luna, en Marte y otros mundos futuros. Pensamos en viajes prolongados y allí tal vez también, la discapacidad en el espacio no sea un problema a evitar, sino un elemento de diversidad que puede convertirse en una ventaja. Los accidentes pueden ocurrir, y a medida que nos aventuremos a escenarios no probados las posibilidades se irán multiplicando. Un astronauta que pierda su condición de autosuficiencia, por un accidente, un hombre o mujer confiados y seguros de sí mismos que deban adaptarse a una situación donde su físico ya no les responda como antes, aunque sea de forma no definitiva, pueden verse aliviados si cuentan con el apoyo psicológico y el ejemplo de quienes con una dificultad se han adaptado al trabajo de modo útil y eficiente.

Quizás las naves ya estén adaptadas para personas ciegas cuando uno de sus tripulantes sin dificultades preexistentes se vea afectado por la pérdida de la vista causada por el nivel de líquido cefalorraquídeo (LCR) en el cerebro, una afección cuyos riesgos aumentan a medida que se pasa más tiempo en el espacio. Un lugar pensado para todos, puede ser aprovechado por todos, en distintos grados y en diferentes circunstancias.

Hayley Arceneaux, como especialista médica de la misión Inspiration4 de SpaceX lanzada el día de mi cumpleaños (15 de septiembre) de 2021, se convirtió en la primera persona con una prótesis en orbitar la Tierra. De niña sufrió cáncer de huesos y fue tratada en el Hospital St. Jude, en Memphis, Estados Unidos, para el que la misión llevó adelante una colecta mundial de más de 200 millones de dólares. Cuando tenía 10 años le reemplazaron su rodilla y le colocaron una barra de titanio en su fémur izquierdo. Desde luego, Hayley renguea y sufre de dolores en sus piernas ocasionalmente, pero eso no le impidió volar al espacio e inspirar a miles de niños alrededor del mundo, algunos con enfermedades similares, que incluso tuvieron la posibilidad de comunicarse con ella durante el viaje de poco más de tres días.

El espacio está allí para muchos más en el futuro, para mujeres y hombres distintos a los primeros, para todas las edades, para los físicos privilegiados y los no tanto, para quienes hagan de él su lugar de trabajo y para quienes lo conviertan en su destino deseado, de experiencia única, de sueño cumplido. Uno de ellos es argentino. Jean Maggi<sup>5</sup> es un deportista paraolímpico, cordobés, presidente de una fundación que ya ha regalado miles de bicicletas adaptadas a niños y jóvenes del país y que tiene por nuevo desafío llegar más arriba que cualquier otro compatriota. Ya aprobados los análisis médicos y completado con éxito su vuelo parabólico pretende subirse a una nave en los próximos años que lo lleve más allá de la línea de Karman. Quiere convertirse en el primer argentino en lograrlo y quiere flotar en microgravedad, soltando sus muletas, como lo hizo momentáneamente en el avión de cero g. Quizás la imagen misma de la libertad. Uno de los ejemplos más contundentes que podemos imaginar en cuanto a igualdad y la posibilidad de que no haya profesiones imposibles a la hora del deseo infantil. Cuando cualquier niño quiera ser astronauta, y tenga ejemplos similares a él como meta, el espacio será por fin para todos.

#### REFERENCIAS:

1. Nancy Vermeulen es *Chief Training Officer* en *Fly Right Training* y *Founder & Private Astronaut Trainer* en *Space Training Academ*.
2. Astroaccess es una iniciativa de una entidad sin fines de lucro, en los Estados Unidos que actualmente está realizando vuelos de gravedad cero con personas con discapacidad y prevé, a futuro, enviar a algunos de ellos al espacio.
3. Según lo expone en el artículo titulado "The Case for Disable Astronauts" publicado por *Scientific American* el 30 de mayo de 2018.
4. Julia Velasquez fue candidata también a ser parte de la tripulación de la misión *Inspiration4* de SpaceX.
5. Pueden ver en la plataforma Netflix el documental "El límite infinito (2019)" donde se cuenta su vida y trayectoria deportiva y social.

## ***SOBRE EL AUTOR:***

Sebastián Musso es periodista y divulgador científico. Ha participado en más de **40 Congresos Internacionales** en Argentina, Brasil, Uruguay, Paraguay, Chile, Colombia, España e Italia, como disertante, en especial sobre las temáticas de herramientas didácticas para la enseñanza y divulgación de la astronomía y ciencias afines. Entre los muchos proyectos educativos y herramientas didácticas inéditas de las cuales es autor se destaca el **Primer Planetario Acústico** para personas ciegos o con baja visión del Mundo. En el marco de ese trabajo integra un grupo de trabajo internacional en **Astrónomos sin Fronteras** para la creación de material didáctico para personas con diferentes discapacidades, que cuenta con el auspicio de numerosas entidades educativas y de bien público. Es miembro del Comité de la Unión Astronómica Internacional - **IAU Inclusive Outreach**. Fue asesor de proyectos internacionales como **AstroBVI** (Astronomy for Blind and Vision Impaired) impulsado por la Universidad de Antofagasta, Chile. Actualmente dirige el área de Enseñanza y Accesibilidad del proyecto **AstroTES, astronomía para tocar, escuchar y sentir**, para la enseñanza de la astronomía a personas ciegas o con baja visión. Con esta temática, ha dictado en más de veinte años, alrededor de 200 talleres en siete países.



**SITIO ASTROTES:**  
[www.astrot.es](http://www.astrot.es)