

Cuando el cielo no es el límite

Astronautas Análogos



Aerospace & Electronic Systems Society
Colombia Chapter



Cátedra
Internacional
Galileo

Vili Aldebarán Martínez García
Giovanna Estefanía Ramírez Ruíz
José Vili Martínez González

División Divulgación de la Ciencia



D.R. 2022. José Vili Martínez González.
Vili Aldebarán Martínez García
Giovanna Estefanía Ramírez Ruiz

© . José Vili Martínez González.
Vili Aldebarán Martínez García
Giovanna Estefanía Ramírez Ruiz

Derechos de autor número de registro:03-2022-011811275500-01

Edición: Consejo editorial COLPAMEX, A.C.

Ilustraciones y portada: José Vili Martínez González.

Colegio de Posgraduados en Administración

de la República Mexicana, A.C.

Durango 245 despacho 402, Colonia Roma

Delegación Cuauhtémoc

C.P. 06700 Ciudad de México

ISBN 978-607-99670-1-7

Primera edición: enero 2022

Queda prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio del contenido de la presente obra, sin contar con la autorización por escrito de los titulares de los derechos de autor. El material de esta obra se presenta de buena fe para contribuir al cuerpo del conocimiento y servir de orientación. Debido al estado del arte, COLPAMEX, A.C., no garantiza su exactitud ni acepta responsabilidad alguna por consecuencia de su utilización.

El contenido de este libro, así como su estilo y las opiniones expresadas en él, son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la opinión del COLPAMEX, A.C.

Impreso en México.

Directorio Nacional COLPARMEX

Francisco Javier Moyado Bahena

PRESIDENTE

Alma Cecilia Juárez García

VICEPRESIDENTE

José Vili Martínez González

SECRETARIO GENERAL

Ruby Asunción González Ascencio

SECRETARIO ACADÉMICO

Heberto Romero Priego Álvarez

SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN

María Elena Quero Corzo

TESORERO

Joaquín Vázquez García

VOCAL

Dictaminadores:

Dr. Francisco Javier Moyado Bahena.

Universidad Tecnológica de Acapulco

Premio Nacional al Mérito Universitario.

Dra. Ruby A. González Ascencio.

Universidad Autónoma del Carmen.

Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, SNI.

Premio Nacional al Mérito Universitario.

Mtra. Damaris Y. Mejía López.

Directora Grupo Q.

Premio Nacional de Trabajos de Investigación.

Agradecimientos:

Por su apoyo para la realización del libro:

Colegio de Posgraduados en Administración de la República Mexicana, A.C.

Índice

A manera de introducción.	3	Entrenamiento en alta montaña	27
		Entrenamiento en hábitat	29
		Visita de zona arqueológica	35
		Actividades de integración y cierre	36
		Actividades como parte de	
		una tripulación	39
		Comunicación	41
		Tiempo para comer	44
		Actividad física	47
		Higiene personal	48
		Tiempo para dormir y relajarse	50
		Entrenamientos para:	
		Comandante de misión	51
		Piloto	53
		Especialista astrobiólogo	54
		Especialista paramédico	55
		Especialista en comunicaciones	56
		Especialista en hábitat	56
		Recordando el origen de los	
		Centros de Mando	57
		IV. Difusión y divulgación.	
		El compromiso de compartir	61
		V. Desarrollando proyectos.	
		Desarrollando proyectos	66
		Los extremófilos	66
		Desarrollando experimentos	70
I. Un poco de historia.			
Una mirada ancestral	5		
Abriendo los brazos al cielo			
De oriente a Da Vinci	5		
De los globos a máquinas más			
pesadas que el aire	6		
Con la mira en el espacio	7		
II. Astronautas análogos.			
¿Quiénes son los astronautas			
análogos?	9		
¿Cuál es su importancia?	12		
Competencias propuestas para			
su formación	13		
Características deseables	15		
III. Proyecto GÉNESI.			
Cooperación internacional para			
conformar Proyecto Génesis	18		
Misión Alfa	20		
Entrenamiento en agua	21		
Entrenamiento en tierra	23		
Entrenamiento en manglar	24		
Entrenamiento en grutas	26		

A manera de
introducción

“Eleva la mirada al cielo y
soñar con tocar las estrellas, es
el anhelo de volver a ser parte
del génesis, del todo”.

Aldebarán Martínez

Viajeros de las Estrellas, viajeros del espacio, dos frases que no solo inspiran, sino que, además, describen el anhelo del hombre por responder las preguntas ancestrales que, desde que el hombre levantó su mirada en la noche de los tiempos y se preguntó, ¿qué hay más allá?

Es posible iniciar comprendiendo que la palabra *Astronauta* encuentra sus raíces en los términos griegos *astro* (*estrella*) y *nauta* (*navegante*), siendo factible el comprender que nos referimos a los astronautas como “*Viajeros de las estrellas*”.

Anexo a ello, la palabra *Cosmonauta* comparte las mismas raíces griegas, *Kosmos* (*espacio*) y *nauta*, siendo posible el identificarlo como “*Viajeros del espacio*”.

Lo anterior nos brinda una bella visión del anhelo de quienes desean formar parte del grupo de quienes van a explorar los linderos del infinito y, es factible considerar como un primer paso para aproximarse a este sueño, el convertirse en astronauta análogo. Ciertamente, el participar en este tipo de entrenamientos les brindará una visión más próxima de los requisitos y retos que afrontarán como

candidatos a astronautas y ampliará su visión sobre el campo aeroespacial, siendo factible considerar, dependiendo del programa seleccionado, el que incluya temas como astrobiología, tecnología, geología, etc.

Es importante el resaltar que el presente libro busca ser inspiración, aportar ideas y las experiencias vividas por los autores para coadyuvar e impulsar a quienes desean ser parte de aquellos que aspiramos a extender las fronteras de la humanidad, ajenos a pequeños conflictos, libres de las ataduras de las ideologías asfixiantes y, más bien, abrazando la diversidad, la hermandad y la llama inextinguible de la humanidad de buscar el conocimiento para el servicio del bien mayor.

Figura 1.

Entrenamiento en zona de manglar.



I

Un poco de historia

“Reconocer y aprender de
quienes nos precedieron es
cimentar nuestra construcción
sobre bases firmes”

Aldebarán Martínez

Un poco de historia

Una mirada ancestral

Si cerramos los ojos por unos momentos, podemos invitar a nuestra mente a regresar a un escenario previo a la era común, es posible visualizar un atardecer cuando el hombre aún vivía como nómada en las extensas sabanas africanas y ser testigo de cómo observaba con asombro y quizá, con un asomo de envidia el vuelo de las aves, imaginar que por un momento extendía sus brazos emulando el vuelo de las aves y soñando con poder volar...

Resulta fácil imaginar que este sueño se repitió en forma constante a lo largo de la historia de la humanidad y, en algunos casos, este sueño tomó formas más sólidas que solo sueños, sin embargo, hasta donde los autores conocen, no nos ha sido posible identificar ensayos o prácticas exitosas donde los humanos hayamos podido levantar el vuelo hasta poco después del año 800 de la era común, sin embargo, sirvan estas breves líneas para describir el largo sueño de la humanidad por volar.

Abriendo los brazos al cielo de oriente a Da Vinci

Abu al-Qāsim Abbās ibn Firmās, conocido como Abbas Ibn Firmas, (nombre que resulta familiar para los conocedores de la luna pues uno de sus cráteres lleva su nombre), nace en el 810 de la era común de una familia bereber, en los alrededores de la ciudad de Ronda (actual Málaga, España), construye, entre otros muchos inventos su propio planetario y, su propia máquina voladora, con la cual, logra, según los relatos, un vuelo sostenido por varios minutos previo a caer en forma descontrolada, todo ello 675 años previos a Leonardo Da Vinci, quien en los años de 1485 a 1490 en Milán, realizó estudios que en gran medida no logró concretar debido a las limitaciones de los materiales de su época. Ciertamente existieron una gran cantidad de innovadores que impulsaron importantes avances, pero en aras de ser sucintos daremos un paso al siguiente tema.

De los globos a máquinas más pesadas que el aire

En este orden de ideas, es factible mencionar que Bartolomeu de Gusmao, (sacerdote brasileño), realizó una demostración exitosa de un globo de aire caliente no tripulado en la Casa de Indias de Lisboa, ante la corte del Rey Juan V de Portugal, el 8 de agosto de 1709, posteriormente, Montgolfier Joseph y Étienne Montgolfier, (Francia), realizaron los primeros experimentos con globos en 1782 y en 1783 realizaron la presentación de un vuelo con pasajeros (los cuales fueron un pato, un cordero y un gallo).

Ahora bien, en lo relativo a las máquinas más pesadas que el aire, no fue sino hasta 1804 que George Cayvel, (Inglaterra), presentó su prototipo el cual probó 5 años después (sin piloto) y treinta años después fue probado por otra persona.

Otto Lilienthal, (alemán), en 1874 diseñó alas artificiales logrando pequeños vuelos, mejorando en 1890 con aparatos dirigidos y en 1892 desarrolló el planeador Südende, en 1893 construyó una estación de vuelo desde la cual logró varios vuelos y en 1894 probó un motor que empleaba ácido carbónico.

Mucho tiempo después, en 1903 los hermanos Wright, lograron un breve despegue del suelo en su avión y, en 1906, Alberto Santos Dumont, (brasileño), logró realizar un circuito formal con un vehículo más pesado que el aire (un avión con motor).

Con la mira en el espacio

De esta forma, podemos ver que, en un breve periodo de tiempo, el hombre pasó de soñar con volar a consolidar dicho sueño y lanzar su mirada al espacio, de tal forma que, un corto tiempo (75 años) separa los primeros esfuerzos de Otto Lilienthal, por emplear un motor en su avión a la llegada del hombre a la luna.

Para comprender mejor la velocidad del desarrollo obtenido en la última centuria bastará considerar como punto de partida la aparición del *homo sapiens*, aproximadamente hace como 300,000 años considerando los hallazgos de Jean-Jacques Hublin, del Departamento de Evolución Humana del Instituto Max Planck, quienes en el norte de Marruecos, en un yacimiento llamado Jebel Irhoud, identificaron los restos que permitieron esta datación. De esta forma, podemos comprender que la humanidad ha conseguido avances impresionantes que van, de despegar los pies de la tierra a llegar a nuestro satélite natural, para ponerlo en perspectiva, si consideramos que, desde la aparición del *homo sapiens*, hasta la era actual como un año, el tiempo que hemos tardado desde que se inició la aviación de motor a llegar a nuestro

satélite ocuparía en derredor de las dos últimas horas del 31 de diciembre.

Sirva la imagen previa para comprender lo vertiginoso del avance científico y tecnológico en la última centuria lo que nos permite inferir que debemos permanecer proactivos para ser no solo espectadores, sino, ser protagonistas de los próximos avances sustantivos de la humanidad.

Figura 2.

Observación de lluvia de estrellas y del Cometa C/2021 A1, llamado Leonard.



||

Astronautas
análogos

“Compromiso, disciplina, visión y
trabajo en equipo, ingredientes
para la conformación de una
tripulación”

Aldebarán Martínez

Astronautas análogos

¿Quiénes son los astronautas análogos?

Es factible iniciar comprendiendo el término análogo el cual, etimológicamente procede del latín *analógus* y corresponde con el griego *αναλογος* (*ana ana* significando *conforme a, de acuerdo con, sobre* y *λογος logos* significando *palabra/razón*), siendo factible considerar en términos literales como “*conformidad de razón*”, lo que nos permite comprenderlo como *correspondencia o similitud de objetos ajenos*. En el área de psicología se menciona que cuando un individuo aprende algo a través de la experiencia, es factible esperar que actúe en forma similar en condiciones similares, es decir, análogas.

Por lo anterior es posible identificar a un *astronauta análogo como una persona que recibe un entrenamiento similar al de un astronauta*.

En este punto surge la pregunta, ¿Cuál es la importancia de los astronautas análogos para la investigación del espacio?

Las respuestas son múltiples, si bien, existe la limitación en lo relativo a cómo emular la micro gravedad, existen muchos factores que, al estudiarlos bajo condiciones controladas, permite no solo perfeccionar los procesos existentes, sino, además, proponer nuevas formas para resolver las áreas de oportunidad identificadas y con ello, crear aportes al cuerpo del conocimiento.

Sin duda, uno de los grandes retos que enfrentaremos en la realización de los viajes espaciales se refiere a la fortaleza mental necesaria que deben tener los astronautas para realizar estos viajes con la tecnología actual. Considerando que, en estos momentos, un viaje a marte tendría una duración de poco más de un año y medio (en lo relativo a su traslado). A nivel terrestre, parecería poco más que una pasantía o un diplomado (viéndolo desde el punto de vista de estudios), sin embargo, este tiempo resulta crítico al trasladarlo en el tiempo que debe pasar una persona en el espacio.

Ciertamente, los efectos que una estancia prolongada en el espacio puede generar resultan altamente significativos, sin embargo, este rubro no será considerado en el entrenamiento para los astronautas

análogos debido a la imposibilidad de crear ambientes sin gravedad en la tierra. Debido a ello, el entrenamiento se centrará en otros factores como el desarrollo de competencias de alto valor para quienes desean emprender su entrenamiento como astronautas análogos.

Ciertamente, a lo largo del libro se presentarán diferentes propuestas de entrenamientos para quienes desean desarrollar las competencias necesarias para completar el perfil relativo a ser un astronauta análogo. Por el momento iniciemos con lo relativo a la fortaleza necesaria para permanecer en el espacio.

Previamente mencionamos que un viaje de “*ida y vuelta*” a Marte nos llevaría un promedio de año y medio, al poner esto en contexto, podemos ver que actualmente nos encontramos muy lejos de tener información sobre lo que puede pasar con el cuerpo y la mente de nosotros los humanos al estar tanto tiempo en el espacio. Baste como ejemplo que el ser humano que más tiempo ha estado es Serguéi Konstantinovich Krikaliov, ya que hasta el momento lleva 803 días en el espacio, superando los 748 días que había pasado Serguéi Avdáyev. En este momento, podríamos hacer un breve

ejercicio mental y decir, “hey, el pasó más de dos años en el espacio”, superando lo requerido para viajar a Marte, el detalle es que sumó este tiempo en diferentes misiones, ya que en su estancia más larga estuvo 311 días en el espacio. La estancia más larga en el espacio corresponde a Scott Kelly, con 340 días. De esta forma, podemos visualizar que nos encontramos aún lejos de poder tener una idea certera en lo relativo a cómo se podría afectar no solo el cuerpo, sino además la mente de los tripulantes en viajes de larga duración.

Teniendo esto en mente, es posible considerar ambientes que pueden aportar grandes beneficios para desarrollar competencias en los participantes y, naturalmente crear investigaciones que permitan obtener hallazgos de alto valor para el cuerpo del conocimiento.

La primera imagen que viene a nuestra mente cuando hablamos de un hábitat similar a los que se tendría en una misión espacial es formar parte de una tripulación de un submarino, sin embargo, como es obvio, resulta un tanto complejo el poder considerar esta opción para astronautas análogos (considerando que la mayoría de ellos son jóvenes), teniendo esto en mente surgen opciones como las bases instaladas

en la antártica, sin embargo, surge nuevamente el problema de la edad aunado al costo y las restricciones propias de los dos ambientes antes mencionados.

Por ello, surgen las opciones relativas a crear hábitats controlados que buscan recrear condiciones similares a las que se tendrían en una instalación que se encuentre en el espacio, el considerar cuevas, desiertos o ambientes que aporten valor al entrenamiento para consolidar las competencias deseadas, llegando a tener dentro de las opciones albercas, instalaciones que permitan sentir efectos específicos (como el orbotrón, también conocido como giroscopio), hasta la realidad virtual pasando por simuladores de operaciones específicas.

Es por ello que para el desarrollo del proyecto Génesis se ha considerado el modelo de competencias, ya que permite evaluar cómo las personas actúan en condiciones específicas buscando predecir el compartimiento futuro.

Figura 3.

Identificación y reconocimiento de fósiles.



Es factible considerar el inicio de los astronautas análogos a la par del inicio del programa espacial, considerando 1959 como el punto compartido de inicio tanto para los cosmonautas (programa ruso) como para los astronautas (programa estadounidense), en el cual se iniciaron programas de entrenamiento en la tierra buscando no solo encontrar a quienes presentaban el mejor perfil para las misiones, sino, además, el prepararlos mediante simulaciones para las exigencias de las misiones a realizar.

¿Cuál es su importancia?

El encontrarnos en la alborada de una nueva época conlleva no solo el comprender las nuevas exigencias, sino el ser capaces de dar respuesta efectiva a las mismas, en este orden de ideas, resulta indispensable el crear y consolidar el capital intelectual necesario para cubrir las necesidades emanadas de las nuevas tecnologías y procesos, por ello, los programas destinados a la creación de astronautas análogos cumplen entre otros con los siguientes aspectos:

- a) Creación del capital intelectual para solventar las necesidades de esta nueva era;
- b) Aproximación de un número mayor de personas a las competencias necesarias para ser parte de una tripulación espacial;
- c) Difusión y divulgación de temas relativos a la ciencia y en particular a las ciencias relativas al espacio;
- d) Creación de semilleros para identificar talentos que pudieran participar en un futuro cercano en la selección de tripulaciones para misiones espaciales;
- e) Desarrollar actitud proactiva.

Es probable que al amable lector le parezca lejano el pensar que los viajes al espacio se vuelvan parte de nuestra cotidianeidad, sin embargo, basta recordar lo lejano que se veían los viajes en avión y ahora, es una formidable industria de la cual, muchas personas gozan sus grandes aplicaciones.

Figura 4.

Tripulación de la misión Alfa.



Competencias propuestas para su formación

Competencias a desarrollar:

Competencias duras:

- 1.- Manejo y aplicación de los programas de computación;
- 2.- Formación específica (dependiendo del campo a desarrollar);
- 3.- Lectura, redacción y comprensión;
- 4.- Dos o más idiomas (inglés y ruso en forma preferencial);
- 5.- Habilidades matemáticas;
- 6.- Habilidades para la reparación y construcción;

Figura 5.

Entrenamiento de simulación de micro gravedad en piscina.



Figura 6.

Entrenamiento de traslado de material en simulación de micro gravedad.



Competencias blandas:

- 1.- Compromiso de realizar un buen trabajo;
- 2.- Buena comunicación;
- 3.- Administración del tiempo;
- 4.- Habilidad para solucionar problemas;
- 5.- Trabajo en equipo;
- 6.- Autoconfianza;
- 7.- Autocrítica y aceptación hacia la crítica constructiva;
- 8.- Adaptabilidad ante distintos escenarios;
- 9.- Habilidad para trabajar bajo presión.

Figura 7.

Armado y preparación de CANSAT.



Figura 8.

Armado y preparación del CANSAT.



Dentro de las competencias consideradas de alto valor son:

- 1.- Ser piloto al mando de un avión a reacción;
- 2.- Poseer una maestría en los campos de STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), o CTIM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), que incluye ingeniería, ciencias biológicas, ciencias físicas, ciencias de la computación o matemáticas, graduado de una institución de prestigio;
- 3.- Interpretar un instrumento, pintar o dominar algún tipo de arte en particular. Se consideran habilidades de gran soporte para viajes largos.

Figura 9.

Interpretación una pieza musical en piano.



Dentro de los requisitos físicos deseados para las categorías de tripulación se requieren:

- 1.- Caminar 10 kilómetros en forma continua;
- 2.- Nadar en forma continua 500 metros empleando cualquiera de los estilos de natación;
- 3.- Contar con un estado de salud que le permita desarrollar las actividades propias de su rol en la tripulación sin complicaciones.

Figura 10.

Prueba de 10 kilómetros.



Figura 11.

Prueba de nado (500 metros continuos).



Figura 12.

Prueba de calistenia.



Figura 13.

Salto de decisión, se realizan tres.



Figura 14.

Momento previo del ingreso al agua de uno de los tripulantes.



Características deseables

La juventud es una característica deseable ya que permite el que se pueda incorporar a programas para desarrollar sus competencias y, en un futuro, puedan optar por presentar su solicitud para ser parte de un programa de selección para astronautas, dependiendo del programa al que deseen incorporarse la edad es un factor importante ya que, existen criterios diferentes para cada agencia encontrando que en algunas de ellas se considera su ingreso a partir de los 26 años y se brinda un factor preferente para quienes no han rebasado los 37 años, en tanto que en otras se aceptan hasta los 46 años.

El poseer una condición física que le permita enfrentar retos en forma exitosa es una condición “*sine qua non*” es decir, sin la cual no pueden ser considerados para algún programa, de tal forma que su condición física debe ser excelente, anexo a ello, es importante el considerar que algunas agencias tienen rangos preferentes en cuanto a la estatura, fluctuando esta entre 1.50 y 1.90 centímetros, tener un peso acorde a su edad y estatura fluctuando entre los 50 y los 90 kilos, no presentar dificultades auditivas, tener una

visión 20/20 con o sin corrección, no presentar ceguera al color;

Psicológicamente estable;

Con facilidad de palabra y don de mando;

Proactivo;

Altamente motivado para alcanzar objetivos;

Capacidad para trabajar en equipo, y;

Ser una persona íntegra.

Figura 15.

Recepción de sus certificaciones.



III

Proyecto
GÉNESIS

“La creación de un nuevo
paradigma es remar contra el
actual y poder compartir la visión
del nuevo con los demás”

Aldebarán Martínez

Proyecto GÉNESIS

Cooperación internacional para conformar Proyecto Génesis

Programa de entrenamiento para astronautas análogos.

Objetivo: Consolidar un programa de entrenamiento integral para astronautas análogos enfocado a desarrollar competencias críticas.

Duración: Programas modulares con una duración de una semana cada uno.

Competencias a desarrollar (ver el capítulo anterior, páginas 13 y 14).

Niveles considerados dentro de las certificaciones factibles de realizar:

Considerando a la certificación como un proceso de evaluación para identificar las competencias específicas en los participantes en un periodo de tiempo específico tenemos que se consideran las siguientes:

Certificaciones básicas:

- a) Levantando la vista a las estrellas;
- b) Principios básicos para viajar al espacio;
- c) Los CANSAT, una alternativa para iniciar;
- d) Cohetes y globos, iniciando la aventura.

Certificaciones intermedias:

- a) Primeros auxilios;
- b) Combate y prevención de incendios;
- c) Evacuación y rescate;
- d) Manejo de equipo de respiración autónoma;
- e) Manejo de materiales peligrosos;
- f) Operación y mantenimiento de maquinaria para la logística (montacargas, plataformas);
- g) Almacenes, inventarios y logística;
- h) Reparación y mantenimiento de maquinaria y equipo.

Certificaciones avanzadas:

- a) Microscopia;
- b) Recolección y manejo de muestras;
- c) Geología;
- d) Montañismo, espeleología;
- e) Rescate acuático;
- f) Pilotaje de aviones;
- g) Matemáticas aplicadas al espacio;
- h) Diseño y desarrollo de experimentos;
- i) Estancia proactiva en hábitat.

Certificaciones como astronauta análogo:

Básico:

- a) Astrobiólogo;
- b) Oficial paramédico de tripulación;
- c) Ingeniero Biomédico;
- d) Responsable de Comunicación;
- e) Responsable de transporte;
- f) Responsable de hábitat;
- g) Responsable de mantenimiento.

Avanzado: Comandante de misión.

Para cada una de ellas se requiere el cubrir el perfil específico de cada área y en el caso de Comandante de Misión se debe cumplir con al menos tres roles y mostrar un fuerte liderazgo y visión.

Figura 16.

Traslado en lancha a la zona de entrenamiento.



Previo a la realización de las misiones se realizan evaluaciones médicas, psicológicas y físicas. Durante las misiones se cuenta con un equipo 24/7 que acompaña a los participantes integrado por

un médico cirujano y un especialista en centros de evaluación, con todo el equipo para atender las actividades y emergencias que pudieran surgir.

El rol de comandante de misión tiene una serie de exigencias que, en el caso de los astronautas análogos, no están tan relacionadas con el hecho de ser piloto aviador, sino con su capacidad de mando, de toma de decisiones, de creación de equipos y resolución de problemas. En capítulos posteriores se ahondará en este proceso.

Para dar una visión más próxima a este proceso y cómo se pueden desarrollar misiones de entrenamiento para comandantes de misión para astronautas análogos se presenta la misión Alfa.

Misión Alfa

El proyecto Génesis es la cristalización de la cooperación internacional para crear un programa de alto nivel con objetivos específicos en cada una de las 24 misiones proyectadas en la primera etapa (acordes al alfabeto griego).

La primera de estas misiones es la misión Alfa, la cual tiene como eje rector la consolidación de Comandantes de Misión capaces de dirigir a las nuevas generaciones de astronautas análogos.

Es una certificación de tipo: **Avanzado**.

Nombre: **Comandante de misión**.

La misión contempló diferentes etapas que incluyeron:

- a) Evaluaciones médicas, psicológicas y físicas;
- b) Entrenamiento en manglar, cenote, zona de impacto, mar, poza de clavados, alberca y ejercicios en tierra;
- c) Observaciones astronómicas (incluyendo el *C/2021 AI*, llamado *Leonard*, y una lluvia de estrellas);
- d) Identificación y comprensión del impacto de fenómenos estelares en

la actividad humana (mínimos solares);

- e) Evaluación de habilidades sensitivas;
- f) Temas de astrobiología (Arqueas, microbialitos, tardígrados);
- g) Assessment center para evaluación de competencias.

Las actividades físicas se realizaron en Yucatán, se contó con un equipo 24/7 que acompañó a los participantes integrado por un médico cirujano y un especialista en centros de evaluación, con todo el equipo para atender las actividades y las emergencias que pudieran surgir. La misión tuvo una duración total de un mes.

Figura 17.

Tripulación Alfa en el último día del entrenamiento. La moral del equipo es un tema fundamental.



Ciertamente cada misión se proyecta e integra con los elementos más importantes para el objetivo deseado, en el caso de la misión Alfa el temario y objetivos fueron cuidadosamente seleccionados y realizados, mencionando entre ellos:

Entrenamiento en agua

Es factible considerar el entrenamiento en agua como el ambiente más próximo y económico para simular condiciones de micro gravedad

Este incluyó sin limitar:

Ejercicios de simulación de micro gravedad en piscina.

Figura 18.

Simulación en micro gravedad.



Nota: Práctica de movilidad en espacios limitados. Es interesante el comentar que la temperatura del agua era muy fría para ver el control de los participantes en situaciones adversas.

Figura 19.

Búsqueda e identificación de pequeñas piezas.



Nota: Nuevamente se vuelve a identificar el temple de los participantes en condiciones adversas y sumamente exigentes.

Figura 20.

Ejercicio con práctica de apnea.



Figura 21.

Ensamble de piezas y creación de conexiones.



Figura 22.

Secuencia de rotación en agua para desarrollar el sentido de orientación.



Figura 23.

Preparación de tubería guía para conducir un conducto flexible de un espacio a otro.



Figura 24.

Ensamble de piezas pequeñas bajo el agua con patrones pre establecidos.



Figura 25.

Desarrollo de habilidades de snorkel en mar.



Figura 26.

Desarrollo de ejercicios de movilización y traslado en playa.



Figura 27.

Desarrollo de ejercicios de coordinación en playa.



Figura 28.

Desarrollo de pruebas de nado en mar.



Entrenamiento en tierra

Los ejercicios que se realizaron en tierra incluyeron sin limitar caminata, ejercicios aeróbicos y calistenia

Figura 29.

Caminata de 10 kilómetros.



Figura 30.

Pruebas de Calistenia.



Observaciones astronómicas (incluyendo el C/2021 A1, llamado Leonard, y una lluvia de estrellas).

Figura 31.

Desarrollando habilidades en el uso del telescopio.



En el caso particular de la misión Alfa, se contó con la gran oportunidad para realizar dos observaciones especiales, el *Cometa Leonard* y la *lluvia de estrellas*, la actividad tuvo el atractivo adicional que al ser de madrugada representó por su horario un aliciente para la tripulación.

Entrenamiento en manglar

El entrenamiento en manglar se desarrolló empleando una técnica donde la presencia de los astronautas análogos pasa desapercibida para su entorno, se mueven con extremo sigilo sin lastimar al manglar y moviéndose en forma ágil.

Figura 32.

Técnicas de movilización en manglar con extremo sigilo.



Figura 33.

Entrenamiento en manglar.



Figura 34.

Entrenamiento en manglar.



Figura 35.

Entrenamiento en manglar.



Figura 36.

Entrenamiento en manglar.



Figura 37.

Entrenamiento en manglar.



Entrenamiento en grutas

Un gran atractivo para el desarrollo de las misiones analógicas es el contar con la posibilidad de ingresar a cenotes (en este caso del tipo gruta), para el desarrollo de habilidades.

Figura 38.

Entrenamiento en cenote tipo gruta.



Nota: El llevar las banderas de los países participantes, siempre son un gran incentivo para los integrantes de la tripulación.

Figura 39.

Entrenamiento en cenote tipo gruta.



Figura 40.

Obtención de muestras en cenote.



Figura 41.

Ingreso al cenote tipo gruta.



Figura 42.

Salida del cenote.



Figura 43.

Preparación para la obtención de muestras.



Figura 44.

Preparación para ingreso a cenote.



Entrenamiento en alta montaña

Este tipo de entrenamiento brinda grandes ventajas al desarrollar competencias que resultan de utilidad para los astronautas análogos.

Figura 45.

Primer escollo del Nevado de Toluca.



Figura 46.

Entrenamiento de ascenso al Nevado de Toluca.



Figura 47.

Preparación para el ascenso.



Nota: El realizar este tipo de actividades brinda a los participantes la oportunidad de desarrollar espíritu de equipo.

Figura 48.

Aspecto nevado de una de las caras.



Figura 49.

Ascenso empleando técnica para zonas nevadas.



Nota: Los retos del ascenso brinda el factor de esfuerzo que ayuda a templar el carácter.

Figura 50.

Planeación de la ruta para ascenso.



Nota: La visualización de la ruta es un buen ejercicio para proyectar las habilidades de previsión necesarias.

Figura 51.

Enfrentando frío intenso con ropa ligera.



Nota: El desarrollar actividades por arriba de los 4680 metros permite ir identificando las complicaciones de tener menos aire del que se está acostumbrado.

Figura 52.

Haciendo cima.



Nota: El llegar a la cima brinda una sensación de victoria que permite consolidar el carácter de los integrantes de la misión.

Entrenamiento en hábitat

Las capacidades que se pueden desarrollar dentro del hábitat son tan diversas como cada misión. Dentro de ellas tenemos:

Obtención, preparación, análisis y disposición de muestras.

Previamente se revisaron los temas de astrobiología (Arqueas, microbialitos, tardígrados).

Figura 53.

Recipientes como muestras.



Nota: Muestras obtenidas en cenotes para buscar tardígrados.

Figura 54.

Fotografía de un tardígrado en muestras obtenidas.



Figura 55.

Preparación de muestra para observación en microscopio.



Figura 56.

Empleo del microscopio para observación.



Figura 57.

Observación de muestras geológicas.



Figura 58.

Entrenamiento para la observación e identificación de muestras geológicas.



Figura 59.

Identificación de muestras geológicas.



Figura 60.

Preparación para prueba sensorial.



Figura 61.

Prueba sensorial. Los tripulantes son capaces de tomar sus alimentos privados del sentido de la vista.



Figura 62.

Prueba sensorial.



Figura 63.

Armado de un CANSAT.



Figura 64.

Armado de un CANSAT.



Figura 65.

Revisión de parámetros del CANSAT.

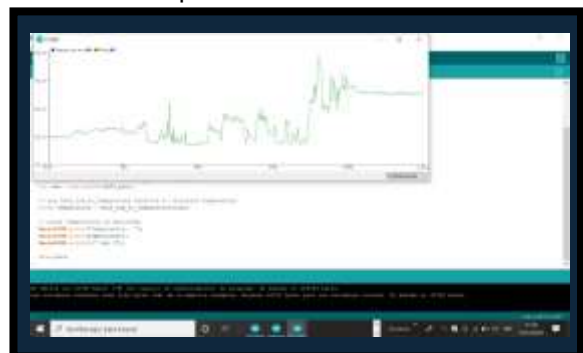


Figura 66.

Prueba del CANSAT.



Figura 67.

Armado de un CANSAT.

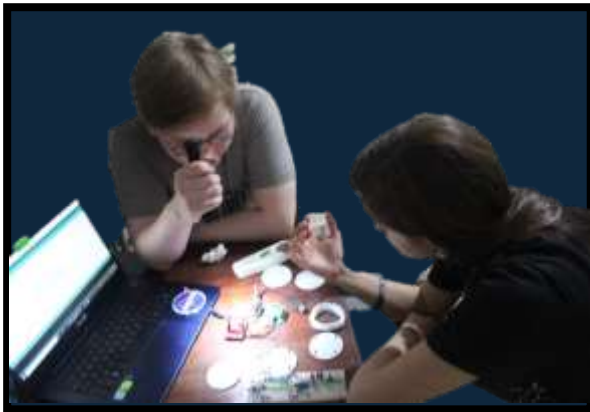


Figura 68.

Práctica de vendaje circular.



Figura 69.

Practica de un vendaje de espiga.



Figura 70.

Vendaje en extremidades superiores.



Figura 71.

Vendaje de capelina.



Figura 73.

RCP con dos participantes.



Figura 74.

RCP con un participante.



Figura 72.

Técnica de respiración de salvamento.



Figura 75.

Técnica de desobstrucción de vía aérea en bebé.



Figura 77.

Técnica de RCP en bebé.



Figura 76.

Técnica de respiración de salvamento en bebé.



Figura 78.

Técnica de Heimlich.



Visita de zonas arqueológicas

Permite visualizar los efectos de los mínimos solares en una civilización, aporta no solo la posibilidad de comprender el alcance de dichos fenómenos en la actividad humana, sino que, además, incluye un factor altamente atractivo para los integrantes de la misión.

Figura 79.

Visita a la zona de Mayapán.



Figura 80.

Visita a la zona de Mayapán, subestructura del castillo de Kukulcán, con relieves modelados con estuco.



Figura 81.

Visita a la zona de Mayapán.



Figura 82.

Visita a la zona de Mayapán.



Figura 83.

Visita a la zona de Mayapán.



Actividades de integración y de cierre

El considerar la realización de actividades enfocadas a la integración y conformación del espíritu de equipo a lo largo de la misión es fundamental para el éxito de la misma.

Figura 84.

Recepción de la tripulación en Mérida.



Figura 85.

Retorno en lancha del entrenamiento en mar.



Figura 86.

Visita a la zona de Mayapán.



Figura 87.

Recreación en zona de playa.



Figura 88.

Recreación en zona de playa.



Figura 90.

Recreación en zona de playa.



Figura 91.

Recreación en zona de playa.



Figura 89.

Recreación en zona de playa.



Figura 92.

Recreación en zona de playa compartiendo alimentos y celebrando el cierre del entrenamiento.



Figura 93.

Pastel de celebración.



Figura 94.

Recreación en zona de playa.



Figura 95.

Fotografía del último día de la misión.



Ciertamente es factible el comprender que todos los entrenamientos previamente descritos tienen como finalidad no solo el desarrollar competencias necesarias para *formar parte de una tripulación*, sino que buscan crear los vínculos para que los participantes *sean la tripulación*.

El *ser la tripulación* es hacer propias las palabras de *Alejandro Magno*, “*De la conducta de cada uno, depende el destino de todos*”, por ello, quienes integran una tripulación poseen un profundo sentido de interdependencia y proactividad.

Actividades como parte de una tripulación

Ahora bien, cuáles son las actividades más comunes que un astronauta análogo debe practicar en su entrenamiento:

Iniciemos por las que parecen de carácter más mundano pero cuyo valor resulta crítico:

- a) Labores de limpieza. Estas incluyen el aspirar en forma semanal todo el hábitat para recuperar la piel desprendida por los propios astronautas y que puede dañar el equipo,

instalaciones y crear condiciones insalubres;

- b) Interactuar en forma constante y armoniosa con la tripulación y con quienes interactúen por medios electrónicos o de otra naturaleza (señales de luz, de bandera, etc.);
- c) Proactividad y mantenimiento del orden en todo momento (recoger sus platos, dejar siempre todo en su lugar, evitar el desorden);
- d) Capaz de permanecer por largo tiempo en espacios reducidos;
- e) Realizar mantenimiento y reparaciones, estas son actividades críticas para el buen funcionamiento de la nave (hábitat);
- f) Llevar y mantener la bitácora;
- g) Transportar, almacenar y resguardar equipo y herramientas tanto estándar como científico-especializadas;
- h) Conservar un régimen de ejercicio de dos horas y media cada día.

En lo relativo a actividades específicas que todos deben ensayar se encuentran.

Asistir, seguir y realizar:

- a) Procedimientos de despegue;
- b) Dirigir y pilotear la nave;
- c) Operar los controles al volar hacia y en el espacio;
- d) Maniobrar la nave dentro de las coordenadas asignadas para tener una conexión exitosa con la Estación Espacial Internacional o con algún satélite o estructura designada;
- e) Seguir patrones de vuelo y rutas;
- f) Procedimientos aplicables para prepararse para el reingreso en la atmósfera;
- g) Procedimientos para ubicar la posición y estado de la nave;
- h) Procedimientos aplicables para preparar el aterrizaje;
- i) Capacidad de calcular y rediseñar rutas de vuelo y de planificar el consumo de combustible;
- j) Procedimientos para la atención de emergencias;
- k) Comunicaciones con la tripulación de la misión espacial en la sede central para coordinar asignaciones futuras;

l) Manejo de software empleado en la misión;

m) En el caso de las misiones análogas es muy importante que los participantes puedan diseñar, ejecutar, controlar y concluir en forma exitosa uno o más experimentos durante el desarrollo de la misión.

Si bien, cada tripulación es única, resulta factible el considerar que se puede encontrar integrada de cuatro a seis participantes teniendo como base al comandante, piloto y de dos a cuatro especialistas.

Resulta fundamental el recordar que las actividades listadas son descriptivas más no limitativas y que la tripulación debe ser altamente proactiva para lograr el éxito.

En lo relativo a la comunicación, en el caso de tripulaciones que procedan de un mismo país se empleará la lengua materna, si la tripulación está integrada por personas de diferentes nacionalidades se empleará el idioma inglés (reiteramos que es en el caso de misiones análogas).

Comunicación

Para la comunicación se emplearán los sistemas de voz convencional, medios escritos y electrónicos los cuales deben tener como características:

Ser precisos, completos y evitando el uso de abreviaturas que no sean comunes para los demás (la parsimonia es un elemento indispensable para la comunicación).

En lo relativo a los medios electrónicos es factible el emplear cualquier medio que previamente se haya concertado con los participantes, conservando la parsimonia (la preferencia por la explicación más simple) en todo momento.

Se sugiere utilizar la comunicación oral cuando:

- a) Se requiere de una respuesta inmediata;
- b) Se trata de instrucciones sencillas;
- c) Es un tema que requiera explicación;
- d) Se va a acompañar durante un procedimiento;
- e) Se van a realizar actividades (por ejemplo, dar mantenimiento o trabajos manuales mientras se da la explicación).

Se sugiere una comunicación audio visual:

- a) Para dar instrucciones que requieren de una demostración;
- b) Se desea presentar físicamente una acción, objeto o situación;
- c) Se requieren diagramas, maquetas o gráficas;
- d) Se busca negociar, compartir mensajes personales, ser parte de un evento.

Se sugiere una comunicación escrita:

- a) Cuando el tema es largo;
- b) Requiere mantenerse récords;
- c) Conlleva números, datos que deberán ser evaluados o conservados;
- d) Hay mucho ruido o condiciones que no permiten una buena comunicación auditiva o visual;
- e) Incluyen gráficas, cuadros u otros elementos explicativos;
- f) No se requiere una respuesta inmediata.

Un elemento de gran utilidad en las comunicaciones será el radio, motivo por el cual, se dan algunas directrices para su uso.

Previo a realizar una actividad que implique el uso del radio es importante verificar que:

- a) Tenga la carga completa;
- b) Funcione correctamente;
- c) Se encuentra en la sintonía adecuada;
- d) Este limpio e íntegro (sin daños).

En lo relativo a su uso:

Cuando más de dos personas utilizan al mismo tiempo un canal para estar en comunicación es importante el tener en cuenta:

- a) Siempre hablar en forma clara, precisa y breve;
- b) Esperar a que haya una pausa en la comunicación previo a realizar una intervención;
- c) Al apretar el comunicador esperar un segundo, antes de iniciar la conversación y soltarlo un segundo después de haber concluido la locución;
- d) Si es un aparato de mano, mantenerlo a una distancia de 8 centímetros de distancia de los labios;
- e) Si bien, los radios empleados para el centro de evaluación tienen un alcance limitado al hábitat o lugar del ejercicio, se busca evitar cualquier confusión, por ello, en los simulacros

de emergencia, no se emplearán los códigos internacionales, sino que, sin esperar la acostumbrada pausa en la conversación, se presiona el botón y se repite, *TIME, TIME*;

- f) Para realizar una pregunta, normalmente se emplea una frase previa como *interrogo...*, ejemplo.
-Voy a llevar suplementos al laboratorio.
-Interrogo, ¿Qué suplementos vas a llevar?
- g) Para dar una respuesta afirmativa normalmente se dice *AFIRMATIVO* o *SIERRA*;
- h) Para una respuesta negativa se dice *NEGATIVO* o *NOVIEMBRE*;
- i) Si no se comprende algo, se puede decir, *NEGATIVO REPITA*;
- j) Para transmitir datos exactos se puede emplear el código desarrollado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Tabla 1. OACI.

A	Alfa	B	Bravo	C	Charlie
D	Delta	E	Echo Écou	F	Foxtrot
G	Golf	H	Hotel	I	India
J	Juliett	K	Kilo	L	Lima
M	Mike	N	November	O	Oscar
P	Papa	Q	Quebec	R	Romeo
S	Sierra	T	Tango	U	Uniform
V	Victor	W	Whiskey	X	X-ray
Y	Yankee	Z	Zulu		

Tabla 2. OACI.

1	Primero	2	Segundo
3	Tercero	4	Cuarto
5	Quinto	6	Sexto
7	Séptimo	8	Octavo
9	Noveno	0	Negativo

Otros códigos utilizados son:

Colocar. Espere para responder. Normalmente se dice cuando alguien está ocupado y todavía no puede responder correctamente;

Copiado. Mensaje escuchado y entendido;

En eso. Está en proceso de completar la tarea que se le solicitó;

En espera. Esperando más instrucciones;

Entendido. Idem;

Fuera. Terminé de comunicarme por el momento;

Fuerte y claro. Respuesta común a alguien que solicita una verificación de radio;

Indiferencia. Ignora el mensaje anterior;

Repite. Solicita repetición de mensaje previo;

Terminado. Mensaje terminado, esperando respuesta;

Va otra vez. Repita el último mensaje;

Verificación de radio. Comprobando si su radio está funcionando correctamente.

El horario se expresará en horario de 24 horas, es decir, las 8 de la mañana serán las 08:00, en tanto que las 8 de la noche serán las 20:00 horas.

Tiempo para comer

El tiempo dedicado para el consumo de alimentos resulta altamente significativo, no solo para cubrir las necesidades alimenticias, las cuales pueden variar entre 1900 a 3200 calorías (dependiendo de variables personales como el peso, género o condiciones específicas), por ello, cada tripulantes tiene un menú programado en forma previa, el cual puede incluir alimentos especialmente preparados para ellos (por ejemplo, un asado especialmente realizado por sus padres o pareja, el cual se deshidrata y empaca para que puedan consumirlo en el espacio).

Tal como comentamos previamente, la hora de comida resulta muy importante para la convivencia de la tripulación, por ello, se busca que todos menos uno de los integrantes tome sus alimentos a la misma hora (una persona debe quedar siempre de guardia, atenta a los indicadores, radio, etc.). El rol del vigilante será rotativo.

Se consideran tres tiempos para tomar alimentos (desayuno, comida y cena), más un tiempo libre para tomar la denominada colación (un pequeño entremés o “antojo”), a diferencia de las horas de

comida, la colación o “antojos”, tienen un horario libre que se adecua a los programas de cada tripulante, siendo posible el coordinarse dos o más tripulantes para coincidir en dicho tiempo, recordando que siempre debe haber una persona de guardia.

La sugerencia es asignar un tiempo de 45 minutos para el desayuno, una hora para la comida y 45 minutos para la cena. Para la colación se sugiere el considerar un tiempo de 30 minutos.

Con la intención de lograr que el centro de evaluación sea lo más real posible, se sugiere el ingresar “contenedores” estándar, ya sean cajas de plástico o de otro material adecuado para la conservación de los alimentos, equipado con tapas e identificadas para cada tripulante las cuales contendrán los alimentos que podrá consumir durante su estancia en el hábitat (naturalmente el agua se encontrará en contenedores comunitarios previamente cargados e identificados).

Se entregarán dos cajas de diferente color para cada participante, una para ser conservada en un lugar fresco y seco previamente designado, en tanto que la otra será ingresada a los refrigeradores designados.

Dentro de cada caja se encontrará un inventario de las mismas el cual tendrá entre otros datos:

- a) El nombre del tripulante;
- b) Cantidad y contenido de cada empaque;
- c) Menú sugerido para cada comida (naturalmente pueden realizarse cambios, pero siempre buscando que dichos cambios sean equivalentes al menú de ese día).

Si bien, por cuestiones de tipo económico no resulta factible el considerar alimentos deshidratados como los que consumen los astronautas, se busca el lograr la máxima aproximación al entregar los alimentos en pequeños paquetes para cada comida, para ello, resulta importante el buscar que los alimentos seleccionados tengan características como:

- a) Ser ligero. Cada gramo que se sube al espacio tiene un costo elevado;
- b) Termo estabilizados o irradiados. De tal forma que duren más allá

del tiempo programado para la misión;

- c) Compacto. Mientras más pequeño, mejor;
- d) Nutritivo. En definitivo, los alimentos deben cubrir las necesidades alimenticias de la tripulación;
- e) Del agrado de los tripulantes. Los alimentos deben ser un pequeño oasis para el gusto de cada uno de ellos y de ser posible, recordarles el motivo por el cual realizan su máximo esfuerzo cada momento;
- f) Evitar que se desintegren en pequeñas “moronas” o fragmentos. De preferencia que sean húmedos y pegajosos, por ejemplo, en el espacio, se emplean tortillas en lugar de pan para evitar las moronas que podrían dañar el equipo.

El proceso estándar para preparar los alimentos en el espacio es:

- a) Identificar los alimentos que va a consumir;
- b) Llevarlos a la zona de preparación;
- c) Recalentar la comida en el horno de conducción o rehidratarla siguiendo las instrucciones;

- d) De ser el caso, preparar su bebida rehidratándola con agua fría o caliente;
- e) Cortar el empaque en forma correcta empleando las tijeras indicadas para este proceso;
- f) Toman sus alimentos empleando los cubiertos o pajillas adecuados, evitando que se escapen pequeñas porciones.

Naturalmente, en el caso de las frutas y verduras frescas, tan solo se abren los empaques y se disfrutan.

Al término de cada comida se limpian las instalaciones conservando los estándares de limpieza establecidos.

Conservando el espíritu de lograr la máxima experiencia en el centro de evaluación (el hábitat), se buscará que los alimentos se alineen lo más posible con lo antes descrito y, de ser posible, el cumplir con los empaques individuales pequeños. En aras de la ecología, se prefiere que las porciones sean guardadas en contenedores de plástico o vidrio reutilizables, de tal forma que después de consumir los alimentos que contengan se puedan lavar y reutilizar para ejercicios posteriores.

Una pregunta importante del porqué se entregan las cajas de alimentos para toda la misión a los tripulantes en el momento que inician su centro de evaluación, es porque, se busca emular lo más posible las condiciones que enfrentarán en el espacio.

De esta forma se puede visualizar:

- a) Los posibles intercambios de alimentos entre los tripulantes;
- b) El respeto a los alimentos de otras personas;
- c) Si llegan a entrar en ansiedad en algún momento (ya sea porque ven que se agotan las provisiones, se deteriora algún alimento y esto descompleta su dieta, etc.), ver su actuación ante tal situación;
- d) El cuidado y aplicación de los procesos establecidos.

Actividad física

Durante la estancia en el hábitat es importante el programar un promedio de dos horas y medio cada día, de tal forma que el centro de evaluación se aproxime a las actividades que realizan los astronautas en el espacio.

La sugerencia es emplear bicicletas fijas, elípticas, caminadoras y, si es posible considerar ejercicios de calistenia (al contar con la ventaja de la gravedad).

Naturalmente, al igual que durante toda la estancia, la vigilancia médica debe ser constante y es importante el que los ejercicios se realicen en pareja, de tal forma que se puedan crear hábitos.

Si bien, es importante el recordar que todos los integrantes de la misión han sido evaluados en forma previa, se debe estar atento al desarrollo de los ejercicios y recordarles a los participantes que se trata de ejercicios de mantenimiento.

El realizar los ejercicios en pareja además permite ver la interacción de los tripulantes durante el desarrollo de los mismos. En ocasiones se observa que intercambian música, ideas, historias, etc. Lo cual es un factor altamente apreciado durante las misiones.

Al término de los ejercicios se debe programar lo relativo a la higiene.

Higiene personal

En lo relativo a la higiene personal tan solo se contemplarán algunos puntos.

Respecto al lavado de dientes, es posible el considerar el empleo de pasta de dientes comestible, sin embargo, se recomienda que los integrantes continúen con sus hábitos de limpieza, empleando su pasta, cepillo e hilo dental habitual (a diferencia de las condiciones en el espacio, se les brindará las instalaciones adecuadas para su limpieza).

Atendiendo al mismo criterio, se les permitirá a los participantes el uso de regaderas, lo anterior considerando que (hasta donde los autores conocen), aun no es posible emular las condiciones de ingravidez en los hábitats, el usar mecanismos de limpieza como toallas húmedas para los procesos de limpieza no aportan ventaja al desarrollo de competencias y si se convierte en un generador importante de desechos (para compartir la técnica adecuada para los procesos de higiene esta se realizará por medio de vídeos y explicaciones en el lugar).

El uso de las regaderas deberá estar programado de tal forma que se pueda maximizar su uso y explicar el procedimiento para su mantenimiento y limpieza (por ejemplo, el uso obligatorio de sandalias con suela anti derrapante).

En lo relativo a la ropa, en el espacio, los astronautas la visten hasta que está muy sucia y, simplemente la desechan, por motivos de economía, en el caso de la tripulación se les solicita que lleven ropa de cambio para el tiempo que van a estar en el hábitat, de tal forma que no se llevarán a cabo, procesos de lavado de ropa en el interior del hábitat.

Si bien la temperatura en la Estación Espacial Internacional fluctúa entre 18 y 23 grados centígrados, la temperatura del hábitat se mantendrá en 24 grados centígrados (la cual es considerada como una temperatura de confort).

Previo a su ingreso al hábitat se solicita que los integrantes realicen las actividades de higiene personal propias para tener un buen desarrollo durante su estancia, esto incluye el afeitarse, cortarse el cabello, las

ñas, etc. Pues estas actividades no podrán llevarse a cabo en el hábitat.

En caso de requerimientos especiales (gotas para los ojos, alergias, inhaladores, etc.), estos deberán ser comunicados al personal médico y compartida la información con el tripulante que funja como comandante para saber dónde estarán sus medicamentos en caso de requerirlos (esta información se conservará en forma confidencial y se usará solo en caso de ser necesario).

En lo relativo a las instalaciones sanitarias se emplearán los baños de uso común siguiendo los procesos establecidos para la higiene y mantenimiento.

Anexo a las instalaciones que normalmente no se contarían en el espacio pero que por razones de higiene y confort se tendrán dentro del hábitat están:

- a) Los lavabos en zonas para el consumo de alimentos y baños;
- b) Las tarjas en la zona de laboratorio.

Estas instalaciones deberán mantenerse limpias y funcionales en todo momento, recordando que la cortesía en su uso es elemental para una buena convivencia.

Tiempo para dormir y relajarse

Ciertamente existen dos momentos fundamentales para conservar el equilibrio de los tripulantes, el sueño y el tiempo personal.

Comencemos con lo relativo al sueño.

Se realizarán roles para descansar de tal forma que, cada tripulante pueda gozar de ocho horas y media de sueño todos los días, es importante el recordar que siempre debe haber al menos dos personas activas en todo momento, por ello, se establecen roles suaves, de tal forma que se puedan realizar “*rotaciones gentiles*” las cuales siguen la rotación natural del ciclo circadiano, de tal forma que se permita a los tripulantes gozar de un descanso reparador.

Dentro de la preparación para dormirse se incluye el empleo de bolsas para dormir con la particularidad de que en su diseño se podrán sacar los brazos. Debido a que el hábitat no está libre de la gravedad se permitirá el uso de almohadas y se utilizarán colchonetas ligeras para las *cápsulas personales*. Es posible tener al alcance mantas extras de ser necesario.

Para dormir es necesario el uso de orejeras y antifaz para los ojos (esto permitirá aislar el ruido ambiental del hábitat a la tripulación durante su periodo de sueño).

Las cápsulas personales, cuyo tamaño es muy reducido, serán un espacio personal en el cual cada tripulante podrá colocar fotografías o pequeños objetos personales y contará con un soporte para que le sea posible colocar su computadora personal portátil, contando con instalación eléctrica adecuada para tener luz de lectura personal y acceso a energía para su computadora.

En lo relativo al tiempo personal, los tripulantes podrán pasarlo en las áreas comunes o en su cápsula. El tiempo asignado para cada participante es de una hora y media cada día.

En aras de lograr la máxima eficiencia del centro de evaluación no se permitirá el uso de teléfonos celulares salvo durante el periodo de tiempo personal. Dichos teléfonos estarán colocados en el área común para su recarga y solo se podrán retirar del mismo durante su tiempo personal o en caso de emergencia. Previo aviso al comandante de misión.

Ahora llegó el momento de identificar los roles de los tripulantes.

Comandante de misión

Es el estratega de la tripulación, si bien, puede realizar varias de las actividades propias del resto de la tripulación, su función crítica es la toma de decisiones y es el primer contacto con el control de misión. Para los comandantes análogos el perfil deseable es tener conocimientos de matemáticas, física, química, biología e ingeniería. Resultaría sumamente deseable el que los participantes pudieran contar con experiencia en vuelo y de preferencia, haber fungido en el papel de piloto en una misión previa.

Figura 96.

El astronauta análogo más joven de México.



Dentro de las actividades primordiales a realizar son:

- a) Identificación de los objetivos a lograr en la misión;
- b) Identificación de capital intelectual de quienes integran la misión;
- c) Teniendo los parámetros antes descritos desarrollan las siguientes actividades críticas:
 - 1.- Identificación de áreas de oportunidad y fortalezas de:
 - Hábitat.** Inventario de suministros (alimentos, médicos, energéticos, equipos, etc.);
 - Tripulación.** Enfermedades, limitaciones, fortalezas;
 - Zonas de riesgo.** Almacenaje de materiales químicos, sensibles.
 - 2.- Desarrollo de KPI, para la misión;
 - 3.- Desarrollo del plan estratégico.
- d) Puesta a punto del hábitat;
- e) Reunión ejecutiva con los integrantes para asignación de roles y lograr puntos de acuerdo;
- f) Programación de diagramas de actividades, el cual debe ser visible y con indicadores tipo cuadro de control y tiempos de verificación establecidos;

- g) Programa y preside las reuniones ejecutivas;
- h) Promueve y fomenta el aprendizaje organizacional con especial énfasis en el desarrollo de pertenencia al equipo;
- i) Preside y promueve las reuniones de “el sentido de nuestra misión para quienes están en la tierra”;
- j) Se le considera como el primer interventor para resolver complicaciones o desacuerdos en la tripulación;
- k) Es el primer contacto con el centro de control;
- l) Planea, da seguimiento y cierre a los simulacros que se realizarán.

Figura 97.

Tripulación ALFA.



Figura 98.

Tripulación ALFA.



Piloto

Es factible identificarlo como el segundo al mando en lo relativo al control y operación de la nave, posee una formación similar a la del comandante, pero su especialidad es fundamentalmente en los tópicos de vuelo ya que su responsabilidad es la operación integral de la nave, recordando que si bien, él realiza todos los procesos de vuelo, no toma decisiones en lo relativo a la misión, estas recaen en el comandante.

Dentro de las actividades primordiales a realizar son:

- a) Al ser el segundo en la cadena de mando, en caso de que el comandante esté incapacitado o sea relevado del cargo, él tomará el mando;
- b) Apoya en el seguimiento y mantenimiento del cuadro de control;
- c) Verifica en forma constante lo relativo al inventario de suministros empleando el sistema de inventarios rotativos;
- d) Verifica lo relativo a los temas de higiene y seguridad;

- e) Verifica el sistema SOLES;
- f) Participa y da seguimiento a los programas de ejercicio y el que se respeten los tiempos asignados para tiempo personal, los cuales solo se interrumpen en caso de simulacro;
- g) Lleva la bitácora y se asegura que los sistemas críticos para la supervivencia estén dentro de parámetros (aire, agua, temperatura, etc.).

Cada uno de los siguientes especialistas dominan además de sus actividades específicas conocimientos de matemáticas, física, química, biología e ingeniería, operaciones a bordo, protocolos, normativas.

Existe dos grandes grupos de especialistas para misiones denominados:

- a) Especialistas de misión;
- b) Especialistas de carga.

Los últimos se refieren a personal altamente especializado en una carga específica (telescopios, computadoras, equipo, etc.).

Los primeros se subdividen dependiendo de las funciones específicas a realizar.

Especialista astrobiólogo

Personal con conocimientos para diseñar, preparar, ejecutar, dar seguimiento y consolidar experimentos destinados a identificar, comprender e inferir la posibilidad de vida.

Dentro de las actividades primordiales a realizar son:

- a) Identificación, recolección, resguardo, procesamiento, disposición y reportes de muestras;
- b) Inventario, resguardo, uso y mantenimiento del laboratorio y su equipamiento;
- c) Participación en la realización de la verificación del buen estado del EPP (Equipo de Protección Personal).

Más allá, de las funciones relativas a la obtención y procesamiento de muestras, una de sus funciones sustantivas es la capacidad para poder vislumbrar y establecer experimentos que permitan identificar formas de vida. Para ello, su entrenamiento conlleva el conocer en forma profunda tanto la vida como la conocemos como, la de los organismos

identificados con el nombre de extremófilos. Es decir, organismos que viven en condiciones que parecen imposibles para cualquier otro organismo como temperaturas elevadas o abatidas.

Figura 99.

Tripulación ALFA.



Especialista paramédico

Nos referimos al personal que cuenta con las competencias para asistir y resolver las emergencias médicas cuando cuente con el equipo y la asistencia adecuada.

Dentro de las actividades primordiales a realizar son:

- a) Verificar y mantener bajo control las constantes vitales de los tripulantes;
- b) Identificar y estar atentos a las condiciones de salud y enfermedades previamente identificadas de los participantes;
- c) Se le asigna la verificación de los alimentos para la tripulación (esto quiere decir que verifica su correcto estado, no que él prepare la comida, esta labor se asigna ya sea en forma rotativa o específica dependiendo de las habilidades de los integrantes de la tripulación);
- d) Lleva el control de los usos empleados por los tripulantes (agua, energía, conexiones a internet, etc.);
- e) Recolección, custodia y entrega de muestras biológicas de los participantes de ser asignada esta función en la misión en particular.

Figura 100.

Tripulación Alfa.



Especialista en comunicaciones

Hacemos referencia al personal capaz de establecer, reestablecer, mantener las comunicaciones necesarias para el desarrollo de la misión, esto incluye el operar, mantener, reparar o hacer el equipo necesario para ello, así como el obtener los insumos (energía, por ejemplo) y las instalaciones necesarias.

Dentro de las actividades primordiales a realizar son:

- a) Responsable de la telemetría;
- b) Programación del programa de comunicación con el centro de mando;
- c) Obtención, preparación y difusión del material ya sea fotográfico, audiovisual o cualquier otro medio desarrollado dentro del hábitat para difundir o divulgar la actividad de los tripulantes;
- d) Colaborar en las revisiones y reparaciones necesarias del hábitat.

Especialista en hábitat

Nos referimos al personal con la habilidad para lograr que el hábitat no solo logre cumplir con las funciones necesarias para brindar el soporte de vida y condiciones para las operaciones que deben realizarse del mismo, sino que, además, es capaz de identificar, prever, ejecutar los mantenimientos correspondientes y realizar actividades necesarias para fomentar la armonía y buen ambiente en el hábitat.

Dentro de las actividades primordiales a realizar son:

- a) Revisión, previsión y reparación de las condiciones del hábitat;
- b) En coordinación con la tripulación permanece atento para asegurarse de que los recursos del hábitat son suficientes para la misión programada.

Recordando el origen de los Centros de Mando

Para que la tripulación logre una simulación exitosa se requiere el tener contacto con el Centro de Mando (CM), el cual tiene como objetivo el simular las funciones de la Sala de Control de Operaciones de la Misión (SCOP), debido a que, para los astronautas análogos, el entrenamiento puede abarcar muchas más condiciones que solo las relativas al vuelo y estancia en hábitat hemos preferido usar el nombre de CM.

Es importante hacer un breve alto en este punto, debemos recordar que la misión análoga se desarrolla bajo el esquema de centro de evaluación, de tal forma que, para lograr el máximo nivel de aproximación a la realidad, se buscará que el CM, se ajuste a la carpeta diseñada para la misión y, considerando que solo quien está a cargo de la Cápsula de Comunicación (CC), es la única persona además del DV, que puede tener comunicación directa con los tripulantes, es posible realizar todos los roles con dos personas en roles extendidos, considerando que el médico cirujano debe estar en el CM 24/7, es decir, debe

tener a su alcance todas las facilidades y comodidades necesarias para desempeñar su labor.

Teniendo lo anterior en consideración es posible mencionar que los 12 roles están divididos en una dirección y tres departamentos:

Dirección.

1.- Director de Vuelo (DV):

Departamento Alfa.

2.- Oficial de Sistema de Propulsión (OSP);

3.- Oficial de Vuelo Dinámico (OVD), el único oficial que a la par del DV puede dar la orden de abortar misión;

4.- Oficial de Retorno (OR), responsable del retorno seguro;

5.- Oficial de Guía (OG);

Departamento Beta.

6.- Médico de la Misión (MM);

7.- Cápsula de Comunicación (CC);

8.- Soporte Vital (SV);

9.- Sistemas de Guía Auxiliares (SGA);

10.- Telemetría y Soporte Externo (TSE);

Departamento Gama.

11.- Asistente de Director (AD);

12.- Relaciones Publicas (RP);

Debido a la naturaleza del centro de evaluación, dos son los cargos con mayor peso específico los cuales se describirán brevemente:

Director de Vuelo (DV):

Podemos visualizar su posición como la del director general de una organización, en la cual, debe de maximizar a su capital intelectual para que pueda realizar los procesos primigenios de la operación, dirigiendo los recursos estratégicamente para lograr los objetivos pre establecidos, teniendo un liderazgo firme y profesional.

Su decisión es absoluta, de tal forma que la cadena de mando, sin ser militar, se le aproxima mucho.

Al considerar que mientras los astronautas análogos se encuentren dentro del hábitat se debe estar en contacto con ellos 24/7, se considera la participación de 3 DV, a quienes se les puede asignar colores para hacer más fácil su identificación. DV dorado para el turno de la mañana, DV rojo para el

turno de la tarde y DV negro para el turno de la noche.

Si bien, los tres tienen el mismo rango en sus respectivos turnos se considera que el DV dorado es quien coordina a los otros dos teniendo funciones como la asignación de roles y etapas de misión que deben desarrollar en sus respectivos turnos, todo ello correspondiente con el cuadro de control pre establecido.

El DV, tiene dentro de sus asignaciones:

Revisar, aprobar y dar seguimiento:

- a) Programa maestro de logística;
- b) Carpeta de misión;
- c) Protocolos del hábitat;
- d) Protocolos de bioética;
- e) Procedimientos de reparación y/o mantenimiento;
- f) Procedimientos para simulacros;
- g) Programa de experimentos a realizar;
- h) Atiende cualquier condición fuera del programa;

IV

Difusión y divulgación

“El conocimiento que no se comparte, es como un sueño que vive en la mente de quien lo concibió y parte con ella al morir”

Aldebarán Martínez

Difusión y divulgación

El compromiso de compartir

El conocimiento que no se comparte, se diluye en el tiempo hasta que desaparece.

Un sello distintivo de quienes aman la ciencia es que, al igual que los enamorados, buscan platicarles a todos sobre su romance. De alguna forma, los apasionados de la ciencia desean compartir sus hallazgos, sus procesos, aportes y, brindar una visión real para quienes desean formar parte de este mundo.

En este orden de ideas, ciertamente es posible recordar que gran parte de las instituciones educativas de prestigio, los centros de investigación y organizaciones de clase mundial establecen procesos de puertas abiertas, conferencias de sus integrantes o algún programa para aproximar a la población interesada sin costo. En el caso de que los astronautas análogos resulta importante el compartir sus experiencias y con ello, brindar una idea a quienes desean conocer sobre este tema, en caso de pertenecer a alguna institución normalmente tendrá

mecanismos para realizar la difusión correspondiente y, en caso de no contar con apoyo institucional, el buscar aproximarse a grupos de ciencia, bibliotecas, museos u organizaciones que le permitan compartir su mensaje, tan solo es importante el estar atentos para evitar que se utilice su entusiasmo para fines distintos o en organizaciones que no tienen como objetivo primordial el difundir el conocimiento (algunas de ellas se cubren con un manto que a primera vista parece sólido, pero con un poco de investigación se puede verificar la solidez del grupo o la institución).

Figura 102.

Presentación en Tv Paraguay.



Se puede apoyar la difusión de la ciencia de formas múltiples, pero antes de ingresar en ellas es importante el hacer una pequeña distinción entre difusión y divulgación.

Difusión, nos referimos a compartir conocimientos especializados con pares, es decir, se busca el compartir hallazgos con personas de su mismo campo.

Divulgación, se busca llevar el conocimiento al público en general, es muy importante el poder adecuar las presentaciones para cada auditorio.

En lo relativo a cómo poder realizar la divulgación algunos de los mecanismos más utilizados son:

- a) Conferencias (ya sean presenciales o vía electrónica);
- b) Cursos, talleres o seminarios;
- c) Creación de vídeos, cápsulas;
- d) Participación en programas de radio;
- e) Participación en libros, revistas u otros mecanismos.

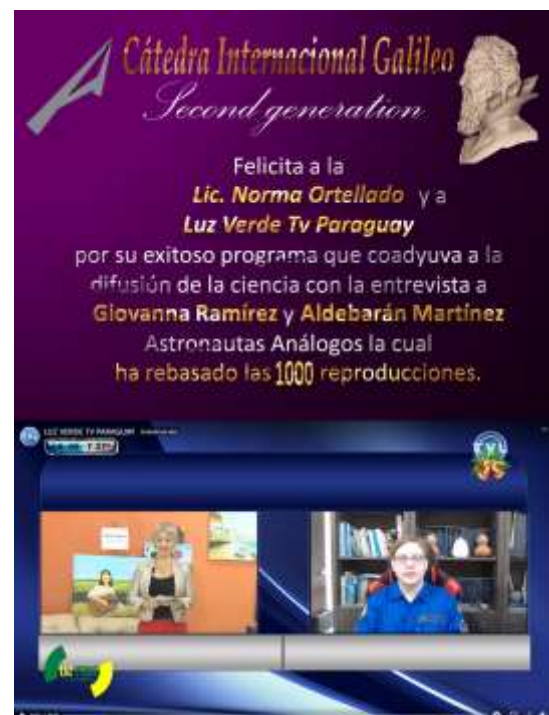
En lo relativo a la divulgación los mecanismos antes descritos son también aplicables, siendo posible ampliarlos a:

- a) Demostraciones del tipo “ciencia sensacional”, con experimentos que permitan a los participantes el usar sus sentidos;
- b) Creación de actividades grupales encaminadas a desarrollar habilidades o aproximar a un conocimiento en particular;
- c) Creación de círculos de lectura y conversación, etc.

Ciertamente los ejemplos citados son un buen inicio para compartir los hallazgos e información.

Figura 103.

Presentación en Tv Paraguay.



Una breve nota para cerrar este capítulo es la importancia que un mensaje, una conferencia o un correo electrónico puede tener en las personas. En este contexto resulta de gran valor el compartir la experiencia que uno de los integrantes de la misión Alfa (Aldebarán), ha tenido con personas que no solo poseen un gran intelecto, sino que, además, poseen una extraordinaria calidad humana.

En febrero del 2016 Aldebarán tuvo la oportunidad de asistir a una conferencia dictada por el Dr. John C. Mather (Premio Nobel de Física 2006), quien no solo tuvo la gentileza de brindar una conferencia interesante y amena (ya que parte del auditorio se encontraba conformado por niños y jóvenes entusiastas de la ciencia), sino que previo a la conferencia le brindó a Aldebarán la oportunidad de hablar con él y al finalizar su conferencia en la sesión de preguntas y respuestas dio una hermosa respuesta a la pregunta que le formuló permitiéndole acompañarlo junto con una “nube” de entusiastas jóvenes que acompañaron al Dr. Mathers, hasta el ascensor que lo conduciría al vehículo que lo llevaría a su hotel.

Hasta este momento la narrativa nos habla de un gran científico que posee una gran calidad humana, sin embargo, el ejemplo se convierte altamente significativo cuando en noviembre del 2021, al escribirle un correo electrónico al Dr. Mather, él contesta el correo felicitando a Aldebarán por su progreso y recuerda el evento en que coincidieron. Esto resulta simplemente extraordinario cuando un Premio Nobel se da el tiempo para escribir a un joven en formación y tiene memoria de un pequeño de 14 años que ahora se encuentra en el camino de la ciencia.

Existe la posibilidad que alguien piense, bueno, es un caso aislado, sin embargo, es posible decir que, en el caso de Aldebarán, es una constante que ha podido verificar a lo largo de su vida, que las personas con mayor intelecto son siempre las de mayor calidad humana y trato excepcional, tal es el caso de:

La Dra. Nadima Simón Domínguez, Profesora Emérito de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El Dr. Enrique Galindo Fentanes, Premio Nacional de Ciencias, Investigador del Instituto de Biotecnología de la UNAM. El Dr. Randall Loaiza Montoya, Director del Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBiot).

Todos ellos tienen como factor en común no solo ser grandes investigadores y seres humanos, sino que, además, no solo han brindado apoyo y consejo en sus áreas de experiencia, sino que con el ejemplo dan testimonio de las cualidades más importantes que deben tener quienes aspiran a ser parte de la tripulación que llevará a la humanidad más allá de nuestro planeta de origen, siendo estas:

- A. La capacidad para comunicarse en forma concreta y sencilla;
- B. Ser capaces de formar y trabajar en equipo;
- C. Ser formadores de nuevas generaciones;
- D. Capaces de incentivar (motivar) a otras personas;
- E. Tener un sentido humildad (sencillez);
- F. Ser capaces de crear relaciones humanas de gran calidad con las personas que interactúan.

V

Desarrollando
proyectos

“Pasar de las palabras a los
hechos, un paso decisivo para
obtener resultados”

Aldebarán Martínez

Desarrollando proyectos

Indudablemente, una de las grandes preguntas de la humanidad es ¿Nos encontramos solos?, esta interrogante nos ha acompañado desde tiempos ancestrales y ahora, armados con una visión más amplia y tecnología de frontera, hemos roto los antiguos paradigmas donde buscábamos vida similar a la nuestra, limitando esta búsqueda a entornos o condiciones propicias para nuestra especie y hemos tornado nuestra vista a seres, que si bien, comparten la tierra con nosotros, habitan y proliferan en condiciones que parecerían simplemente imposibles, este es el caso de los llamados extremófilos.

Los extremófilos

Se brinda esta denominación a seres que pueden vivir en temperaturas extremas (ya sean muy altas o cerca del punto de congelación), en lugares con presiones imposibles de imaginar o sitios con ausencia total de luz solar. Si bien, dedicaremos un espacio mayor para comentar sobre ellos más adelante, es importante iniciar por hablar de la disciplina dedicada a buscar vida fuera de

nuestro planeta, nos referimos a la astrobiología.

Es posible conceptualizar a la astrobiología considerando sus raíces etimológicas griegas, donde *astro es estrella, bio es vida y logos es tratado o estudio*, dando como resultado que la astrobiología se puede conceptualizar como el *estudio de la vida en las estrellas, o el estudio de la vida fuera de la tierra*.

Ciertamente es un gran desafío y, para poder realizar el mismo se están considerando seres terrestres que viven en condiciones extremas y, que, por analogía, podrían encontrarse en mundos con características similares.

Ciertamente esta disciplina resulta tan fascinante como novedosa, motivo por el cual, resulta especialmente importante la creación de semilleros que puedan realizar las investigaciones que resultarán críticas en un futuro cercano.

Ahora bien, la astrobiología tiene un papel que va más allá de buscar vida fuera de la tierra, además, tiene un papel crítico en la decisión de considerar planetas donde podríamos establecer colonias para dar continuidad a la humanidad. Como

siempre, la ciencia parte de hechos y pruebas, por ello, en estos momentos, se tiene un énfasis especial en los llamados exoplanetas que se encuentran en lo que se conoce como la franja de “*ricitos de oro*”, es decir, planetas en derredor de su estrella que no estén muy cerca de ella para no tener una temperatura incompatible con nuestros parámetros o que no estén muy lejos de la misma para evitar entrar en condiciones gélidas.

Pero vamos por partes, es posible mencionar que los exoplanetas son cualquier planeta que orbite alrededor de una estrella diferente a nuestro sol, eso nos da un número enorme de ellos, sin embargo, muchos de ellos, presentan condiciones inadecuadas para nuestra especie, por ello, surge un interés especial por encontrar planetas capaces de abrigar la vida tal como la conocemos. Es por ello que despertó gran interés un conjunto de siete planetas que orbitan en torno a una estrella enana denominada Trappist-1, ya que tres de esos planetas se encuentran en la zona de confort capaz de sustentar la vida (la que previamente se mencionó como “*ricitos de oro*”), teniendo como bono que los planetas son de un tamaño comparable con la tierra, son rocosos y existe la posibilidad de que algunos de

ellos alberguen agua. El descubrimiento de estos exoplanetas le mereció el Premio Nobel de Física 2019 a Michel Mayor, Didier Queloz y James Peebles.

En este orden de ideas, las noticias no dejan de generarse, recientemente se anunció que se había identificado la firma espectral del fosfano en Venus, sin embargo, la presencia del mismo no ha sido confirmada y, hasta el cierre de este libro la investigación y el debate continúan. El motivo de mencionar esta nota es que, precisamente así debe ser la ciencia, el compartir hallazgos y poder verificarlos. Sirva este ejemplo para compartir que nos encontramos en un momento histórico de hallazgos y avances donde contamos con las herramientas y los métodos que nos permiten lograr descubrimientos y, tan importante como esto, el poder verificarlos y de ser el caso, rechazarlos o confirmarlos.

Sin el deseo de ser reduccionistas, pero si sucintos en el afán de hacer ágil la lectura de este libro tocaremos brevemente el caso de los extremófilos que nos permitirán abarcar temas de gran interés un poco más adelante.

Iniciaremos por conceptualizar a los organismos extremófilos (células, plantas o animales), como aquellos capaces de vivir en condiciones que, como su nombre indica, son extremas y se podrían considerar incompatibles con los estándares de vida que estamos usualmente acostumbrados, su estudio posee un valor significativo pues no se puede reconocer lo que no se conoce y, si limitamos nuestros parámetros de búsqueda de vida en otros planetas a aquellos seres que vemos comúnmente, es probable que pasemos desapercibidas muchas formas de vida existentes en ambientes que de manera cotidiana consideramos hostiles y estériles. La información que se presenta a continuación relativa a los extremófilos no tiene como fin ser exhaustiva, sino más bien, brindar una primera aproximación para que, quienes deseen integrarse al estudio de la astrobiología y puedan tener un breve destello de un campo de estudio tan maravilloso que permite ver la vida en una forma mucho más amplia.

Dentro de los extremófilos conocidos tenemos algunos ejemplos como:

Tabla 3. Ejemplos de extremófilos.

Extremófilo	Ambiente donde se les ha encontrado
Anhidrobióticos, Xerófilos	En el suelo de del desierto de Atacama. No requieren agua para vivir o resisten la desecación.
Acidófilico	Con alta acidez, con un pH inferior a 3.
Alcalófilo	En ambientes muy alcalinos, con un pH superior a 9.
Anaerobio	Requiere muy poco o nada de oxígeno.
Barófilo, Piezófilo	Se desarrollan en ambientes con presiones líquidas o gaseosas muy elevadas.
Halófilo	Muy salados.
Hipertermófilos	Capaces de proliferar en ambientes con temperaturas elevadas (más de 100° centígrados).
Hipólito	En rocas de desiertos fríos.
Criptoendolitos	Se les ha encontrado en suelos profundos y en el interior de las rocas. Estos organismos resultan de particular interés debido a las hipótesis que apuntan a la posibilidad de que, si hay vida en Marte, parte de ella se haya refugiado al interior de las rocas y costras del planeta.
Litoautótrofos	En el subsuelo profundo. Obtienen su energía de la reducción de compuestos minerales.

Metalotolerantes	Se pueden desarrollar en ambientes con altas concentraciones de metales.
Oligotrofos	Se pueden desarrollar en ambientes con limitaciones importantes de nutrientes.
Osmófilos	Se desarrollan en ambientes con alta concentración de azúcares.
Psicrófilos, Psicrotolerantes	Se pueden desarrollar en ambientes con temperaturas muy bajas inferiores a -15° centígrados.
Radiófilos, Radioresistentes	Se desarrollan en ambientes con altos niveles de radiación.
Termófilos	Capaces de proliferar en ambientes con temperaturas elevadas (más de 40° y menos de 100° centígrados).

Ciertamente estos son solo algunos de los extremófilos más conocidos, sin embargo, en aras de ser sucintos, vamos a considerar a uno de los seres más extraordinarios del mundo por sus características (y ciertamente, también uno de los más bonitos), nos referimos a los tardígrados, también conocidos como ositos de agua.

Existen diferentes discusiones respecto a si los ositos de agua pueden ser clasificados como extremófilos ya que se considera a los microorganismos extremófilos como aquellos que requieren

para su crecimiento óptimo valores extremos de factores físicos y/o químicos que son considerados desfavorables para la mayoría de los seres vivos que conocemos. Es decir, son microorganismos que se desarrollan en medios ambientes extremos, caracterizados por presentar condiciones hostiles para la vida de otros organismos. Sin embargo, existen también microorganismos que toleran condiciones límites, pero no las requieren para su desarrollo óptimo; son los microorganismos extremotrofos, en este caso, los tardígrados (ositos de agua). Para sobrevivir a todas estas condiciones el osito de agua emplea mecanismos como la anabiosis (de las raíces griegas *ana*, hacia atrás y *bíosis*, medios de subsistencia, lo cual se puede traducir como *vuelta a la actividad vital tras de un periodo de suspensión accidental de ella*) es el fenómeno en el cual un organismo disminuye su metabolismo para poder sobrevivir a condiciones ambientales. Y la criptobiosis cuando un tardígrado se encuentra en un estado criptobiótico, este puede resistir ambientes que son letales para muchos otros organismos. Esto se debe a que los “tuns” que produce el cuerpo, son muy duros y resistentes a cualquier agente externo.

Desarrollando experimentos

Uno de los experimentos desarrollados durante la misión Alfa se refirió a la identificación de tardígrados en uno de los cenotes visitados.

Para dar una breve visión de cómo se integró el experimento es posible ver lo siguiente, es importante el resaltar que esta investigación tiene como propósito el desarrollar o perfeccionar las habilidades de los participantes para desarrollar experimentos desde su diseño, ejecución, hasta el reporte de resultados.

Título. Identificación de la existencia de tardígrados en el cenote seleccionado.

Se describe brevemente el diseño metodológico empleado.

Tipo de investigación: Es un estudio observacional descriptivo transversal.

Variables:

Variables de tipo cualitativas.

Variable: Identificación de tardígrados.

Muestra:

Se realizó muestreo de campo, no probabilístico intencional o de

conveniencia; considerando un cenote ubicado en Yucatán, del tipo caverna.

Se empleó el tipo de muestra simple o puntual.

Procedimiento:

En el cenote las muestras tomadas fueron de izquierda a derecha y de adelante hacia atrás.

Se siguieron los procedimientos de control y vigilancia del muestreo, así como la preservación y análisis, incluyendo:

1.- Etiquetas. Se pegaron a los tubos de ensayo en el momento de tomar la muestra, con tinta a prueba de agua, la siguiente información:

Cenote de donde se obtuvo la muestra;
Número de muestra, todas se tomaron de izquierda a derecha y de adelante hacia a tras codificando cada zona como I para la orilla, B para el centro y R para las cercanas a la pared de roca al fondo de los cenotes quedando como I1... I5, B1,... B3, R1...R5.

Al ser tomadas las muestras de agua y flora de inmediato se tapaba con corcho los tubos de ensayo, rotulaban y guardaban en la hielera para su preservación.

2.- **Libro de campo.** Se registró toda la información pertinente a observaciones de campo y del muestreo incluyendo:

- a) Propósito del muestreo;
- b) Localización de la unidad de estudios seleccionada para el muestreo;
- c) Método de muestreo (Manual);
- d) Fecha y hora de recolección;
- e) Identificación del (los) recolector(es) de la muestra;
- f) Distribución y método de transporte de la muestra;
- g) Referencias tales como mapas o fotografías del sitio de muestreo;
- h) Observaciones y mediciones de campo;
- i) Firmas del personal responsable de las observaciones.

Preservación de la muestra:

Las muestras se conservaron durante el tiempo del análisis y 72 horas después se vertieron en una maceta del jardín botánico de los investigadores considerando los procedimientos del nivel de bioseguridad 1.

Resultados:

Una vez realizadas las observaciones es posible compartir los siguientes hallazgos: Además de identificar una gran cantidad de microfauna fue factible: Identificar la presencia de tardígrados

Conclusiones:

Al identificar la presencia de tardígrados (ositos de agua) en una de las muestras del cenote permite hacer un aporte a las especies de microfauna existentes en Yucatán y verificar que se logró el objetivo de esta parte de la misión.

Doctor en Administración
José Vili Martínez González
Consultor Senior Internacional
Director de Ajedrez Consultores
Catedrático para Universidades
como la Universidad Nacional
Autónoma de México
Astronauta análogo



Licenciado en Administración
Vili Aldebarán Martínez García
Instructor Nacional
Ajedrez Consultores
Conferencista Internacional
Premio Internacional de
Investigación
Recepiendario de la
Cátedra Internacional Galileo
Astronauta análogo



Magister en Desarrollo y
Gerencia Integral de Proyectos
Giovanna Estefanía Ramírez Ruiz
Presidente del capítulo aeroespacial
Colombia AESS – IEEE y
miembro de la NSSC
Docente de la Escuela Colombiana
de Ingeniería Julio Garavito
Recepiendaria de la
Cátedra Internacional Galileo
Astronauta Análoga