

Planificación de misiones espaciales

Clara Hoffmann¹

Introducción a la misión

En el marco de la eventual destrucción humana, este relato construye la hipotética misión que pretende salvar a nuestra civilización y que, de alguna forma, recopilará los vestigios y grandes logros de esta, con el fin de trascender como especie en este universo, llevándonos a la Luna.

Para crear una misión espacial desde cero, nos basaremos en los requerimientos y procesos indicados en el libro "Space Mission Analysis and Design" que, a partir de una vaga idea inicial, permite construir una aeronave que transportará los restos o ciertas evidencias testimoniales de nuestra especie.

En primer lugar, es importante sentar las bases de la misión, definiendo sus objetivos y restricciones. Como se ha mencionado anteriormente, la misión tiene como finalidad encapsular la esencia de la naturaleza humana, para así asegurar el futuro y posterior desarrollo de esta y, por tanto, la definición de sus objetivos también incluye discriminar respecto del legado testigo de aquella que se pretende preservar. En segundo lugar, supone verificar las restricciones

¹ Estudiante de Ingeniería Civil Mecánica, en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Minor en Astronomía en la misma casa de estudios. Ha realizado una especialización en Ingeniería Aeroespacial en el Instituto Superior Técnico de Lisboa.

que son propias de las misiones espaciales y la forma en que ello puede limitar sus objetivos. Una de las grandes restricciones de este tipo de misiones es la masa por transportar, lo que las convierte en una de las industrias más caras del mundo actual. Una misión de estas características puede costar entre 20 y 30 billones de dólares, según estimaciones generales hechas por el administrador de la NASA Jim Bridenstine². Es claro que esta restricción pierde sentido cuando hablamos de la salvación de nuestra propia especie, dado que no nos atreveríamos a ponerle precio a la esperanza de sobrevivir y, más aún, disfrutar de ella.

Una adecuada planificación de este viaje supone abordar al menos tres cuestiones estratégicas: evaluar el medio ambiente espacial; diseñar la órbita que transitará la misión; y, finalmente, responder a la pregunta medular de esta empresa que nos interpela respecto a la carga a transportar.

El medio ambiente espacial: un compendio de campos, radiaciones y partículas

Para el diseño de nuestra misión, es necesario considerar y comprender el medio ambiente espacial. Este se define como el espacio más allá de la atmósfera terrestre, que se extiende desde el espacio interplanetario hasta los confines del universo, incluyendo ambientes galácticos que afectan a nuestro sistema solar.

El clima espacial comprende, entre otros elementos, vientos solares, campos magnéticos interplanetarios, eyecciones de coronas solares y partículas cargadas de energía. Siendo el Sol nuestra estrella más cercana, influye de manera directa en el clima espacial, transfiriendo energía a través de radiación electromagnética y campos magnéticos, eléctricos y gravitacionales.

² Space.(n.d.)./https://www.brown.edu/Departments/Joukowsky_Institute/courses/13things/7656.html

Esta energía proviene del interior del Sol, donde ocurre la fusión nuclear, la cual libera fotones que viajan durante millones de años a lo largo del núcleo solar para luego escapar de este y llegar a la Tierra. El campo magnético solar se produce debido al plasma frío que condensa átomos altamente ionizados. La liberación de partículas, el flujo magnético, se manifiesta a través de un espectáculo de tormentas solares que despiden llamaradas y que eyectan el medio espacial de energía. Una danza casi acuosa en la superficie de la estrella. Estos fenómenos afectan el diseño y la instrumentación de las naves humanas, pues cargan dieléctricamente las superficies de los satélites y descargan los circuitos eléctricos de las aeronaves.

Desde afuera del sistema solar, viajan rayos cósmicos de supernovas y agujeros negros que impactan a la Tierra, interactuando con la atmósfera baja. Estos hacen que los átomos de nitrógeno y oxígeno liberen una cascada de partículas, incluyendo neutrones que decaen en protones y electrones. Este neutrón libre es un radiactivo que, pasado diez minutos, se quiebra en un protón que contiene la mayor parte de la energía: un electrón y un neutrino sin masa. Esta lluvia de partículas también afecta el clima espacial.

Las tecnologías humanas tienen una caducidad en estos ambientes, siendo el deterioro y la dificultad de mantenimiento las principales causales. La vida útil de estos objetos es extremadamente limitada; en efecto, el periodo de vida esperado para un satélite cualquiera es de alrededor de quince años, tras los cuales tiene que ser reemplazado³. Los escombros espaciales son objetos del orden de milímetros de tamaño, que orbitan la Tierra a velocidades vertiginosas, cercanas a los 25.000 km por hora, convirtiéndolos en verdaderas balas de basura que caen infinitamente en un campo de batalla a las afueras de la Tierra. Un ejemplo nos permitirá dimensionar el impacto de estos escombros en el medio ambiente espacial: nos referimos al caso de un transbordador espacial cuyas ventanas tuvieron que ser reemplazadas por daños sufridos en su viaje y, al ser analizadas, se descubrió que dichos daños fueron causados por

³ García, M. (2021). Space Debris and Human Spacecraft. NASA. https://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html

pequeñas manchas de pintura desprendidas de otros objetos que orbitan en el espacio⁴.

La polución espacial es una realidad que ha transformado la baja y geostacionaria órbita en basurales repletos de instrumentos inutilizables, que denotan la volatilidad humana en dicho medio. Al fin y al cabo, es un lugar donde biológicamente no deberíamos habitar.

Órbitas y arquitectura espacial

El diseño orbital es una de las tareas cruciales para el logro de la misión. Ello determinará la cantidad de combustible requerido y el tiempo de vuelo, lo cual afectará las estimaciones de carga por transportar. Una órbita kepleriana es aquella que solo considera la fuerza gravitacional, en la que dos cuerpos interactúan de manera que uno de ellos posee una forma esférica simétrica. La ecuación que describe este movimiento es bastante sencilla:

$$r'' = (G \cdot M / R^3) \cdot r$$

Donde r'' es la aceleración de la nave, G la constante gravitacional, M la masa del cuerpo celeste, R la distancia entre los cuerpos y r la posición de la nave respecto de un cierto punto de referencia. Notemos que no existe dependencia entre las propiedades físicas de la aeronave y su posición. Este resultado implica que una pluma, una bola de billar o un satélite describen la misma órbita. Esto explica por qué si un astronauta suelta su lápiz en el espacio este parece flotar a su lado, pues está siguiendo el mismo camino que la estación espacial alrededor de la Tierra. Así se produce el efecto denominado gravedad cero, esto es, que todos los cuerpos caen juntos con la misma aceleración, pues ciertamente los cuerpos siguen teniendo masa y la fuerza de gravedad no ha desaparecido.

⁴ Wertz, J. R., & Larson, W. (1991). *Space Mission Analysis and Design*. Springer.

Pero esta es una idealización, pues en realidad existen una serie de perturbaciones que desvían los caminos orbitales y que hacen necesaria la mantención y corrección de las trayectorias. La presión ejercida por la radiación solar, el hecho de que la Tierra no es perfectamente esférica, la gravedad ejercida por la Luna e, incluso, el efecto de las mareas, hacen que los satélites y naves decaigan de sus rutas.

Teniendo en cuenta estas puntualizaciones, la trayectoria a describir por la misión se explicará a continuación. Es importante hacer notar que bajas trayectorias no han sido consideradas, pues si bien requieren poca energía, demoran alrededor de 3 a 4 semanas, por lo que no entran en los requerimientos imperativos de la misión.

En primer lugar, el lanzamiento debe ocurrir en el perilunio; es decir, cuando la órbita que describe este astro lo posiciona de tal manera que se encuentra en su punto más cercano a la Tierra. Esta ventana de tiempo es bastante estrecha; afortunadamente, los meses lunares duran aproximadamente 27 días terrestres, por lo que la repetición de las ventanas sigue este período, facilitando una misión como la planificada más que, por ejemplo, una misión a Marte, el que se encontró más cercano a la Tierra en 2003 y no volverá a estarlo hasta el 2287⁵.

Luego del lanzamiento, y habiendo escapado a la atmósfera terrestre, la nave tomará rumbo hacia el punto 2 de Lagrange. Los puntos de Lagrange son unas especies de valles y de montañas gravitacionales donde los objetos pueden posicionarse sin pérdida de energía. Se generan producto de la destrucción y superposición de las ondas de gravitación. Entendido así, en dicho punto 2 la misión “descansará” y se reposicionará para dirigirse a la vecindad lunar.

Un aspecto por considerar cuando el cohete se posicione sobre la superficie, son las montañas lunares y el sitio rocoso, que es inestable. Por otra parte, también hay que considerar que al entrar

⁵ Mars.Nasa.Gov. (n.d.). Mars Close Approach. NASA Mars Exploration. <https://mars.nasa.gov/all-about-mars/night-sky/close-approach/>

en la atmósfera de cualquier cuerpo celeste se utiliza un vuelo tangencial con el fin de evitar altas fricciones y esfuerzos externos sobre la nave. Cabe, además, tener en cuenta que la geografía lunar comprende cordilleras de hasta 10000 metros de altura, cráteres de 260 kilómetros de diámetro, valles y océanos secos producto del impacto de asteroides que alguna vez estuvieron llenos de lava. Se trata de un vasto paisaje rocoso cubierto por un polvo gris que asemeja las esporas de hongos galácticos y que recibirá los restos de la humanidad con silenciosa protesta.

¿Qué carga transportar?

Imaginemos ahora una comisión de personas que se reúnen entre ruinas de edificios, en la explanada de lo que antiguamente era un sitio de lanzamientos espaciales, donde crece la maleza y el pasto. Una procesión de figuras famélicas que se van sentando de a poco en lo que queda de una mesa de reuniones, mientras que las sillas giratorias tiemblan bajo el peso de cuerpos humanos pesados de enfermedades que se reclinan. Miran a su alrededor y notan las antiguas oficinas donde ahora trabajan plantas tropicales que han crecido desaforadas; en los comedores se sientan bosques de hongos que devoran las sillas y cubiertos; en los estacionamientos sumergidos por inundaciones pasadas aparcan juncos y algas azules.

Es en este vivo ecosistema donde discutimos y barajamos las posibilidades y definimos los elementos a transportar a la Luna. Para ello elaboramos opciones dentro de las expresiones artísticas desarrolladas a lo largo de la historia humana, asumiendo el arte como forma de expresión de la psiquis humana, junto a escritos de los filósofos griegos, muestras de edificios arquitectónicos, delicias culinarias confeccionadas por los renombrados cocineros del mundo, o piezas musicales compuestas por los grandes maestros de los últimos siglos.

Para definir nuestro cometido, empecemos por las primitivas esculturas cicládicas, talladas en mármol, que datan del neolítico (2400/2300 A.C.) y representan figuras femeninas en su más

pura expresión. Con los brazos cruzados en el vientre, estas formas violinísticas poseen los rasgos esenciales que denotan el cuerpo humano: un triángulo prominente en el centro de un óvalo alargado que representa el rostro y otro triángulo ubicado entre las piernas flectadas. Quizás una de las creaciones más elegantes hechas por el ser humano, entre las que han sobrevivido a sus creadores por más de 5000 años⁶.

Podríamos colocar en su interior un tocadiscos sobre un pedestal de hierro y soldado al suelo, que reproduzca en un loop infinito “Les Gymnopédies” de Erik Satie o “Four minutes and thirty three seconds” de John Cage, obra que puede ser interpretada por cualquier instrumento, que indica al artista guardar silencio por cuatro minutos y treinta y tres segundos, movimiento que se repite tres veces. También se podrían colgar en las paredes de la nave vinilos junto a un robot que los vaya intercambiando en el tocadiscos, incluyendo “Los Nocturnos” de Chopin, el “Claro de Luna” de Debussy, “Las cuatro estaciones” de Vivaldi y la sonata opus 434 de Mozart. Vinilos que caerán al suelo y estallarán en mil pedazos producto de las turbulencias frenéticas cuando el cohete salga de la Tierra.

O quizás deberíamos elegir una de las pinturas del siglo XVI, como La Adoración de los Pastores, atribuida a Jacques Gauvain. Esta obra está basada en la Biblia, y retrata de forma exquisita el nacimiento de Jesús enmarcado en el corte transversal de una iglesia barroca que, como si de una recurrencia se tratase, superpone incontables escaleras, arcos y columnas, creando un laberinto de compleja belleza. O El Filósofo griego Diógenes el Cínico, de Nicolás Poussin, que en Roma retrató el momento en que Diógenes se libera de su última posesión material –un vaso–, al ver como un vagabundo bebía agua del río con el cuenco de sus manos. Este cuadro envuelve a ambos personajes en un vasto paisaje rodeados de árboles frondosos por donde se cuelan rayos de sol, pasto fresco y nubes que se arremolinan en un cielo claro. Incluso podríamos considerar la deslumbrante representación de la luz hecha por Claude Lorrain, en cuadros como El embarco de Santa Paula, pintura que retrata la escena de

⁶Cycladic Art | Museum of Cycladic Art. (n.d.). <https://cycladic.gr/en/page/kikkladiki>

un puerto de edificios neoclásicos bañado por un sol ubicado en el centro, que distribuye exponencialmente la luz a través del cuadro, sacando destellos azules de olas calmas que sostienen embarcaciones. La luz en sí misma parece escaparse del cuadro, iluminando el rostro del espectador en un intento de cegarlo con escenas palaciegas que bordean lo mítico.

Incluso sería interesante considerar un banquete dispuesto sobre una mesa de caoba vestida con un mantel blanco de lino, donde se apilen platos de las más exóticas delicias: rebanadas de calabaza asadas con tomate, pimienta y crema ácida; yemas shoyosuke encurtidas con puré de zanahoria especiado; hongos salteados y trigo sarraceno crocante; caballa marinada en manzanas y vinagre de sidra acompañada de crema de maní y semillas de granada; peras rebozadas en flor de arveja con cedrón y jengibre; rebanadas de dulce de membrillo y queso maduro; ensalada de pomelo, hinojo y crema de queso creta; flores de zapallo italiano rellenas de anchoas, ricota, nuez moscada y ralladura de limón, pinceladas con aceite de oliva y sal; lubina cruda servida con cítricos, anís y olivas negras; duraznos salteados en vinagre de trufa y envueltos en jamón ibérico.

Pero, ¿es realmente esta la naturaleza humana? ¿Es lo anterior una muestra genuina de lo que efectivamente somos? Suena irónico cuando una especie que puede crear cosas espléndidas tiene un comportamiento que le confiere la capacidad de autodestruirse. Bajo esta lógica, quizás mejor deberíamos mandar un ejemplar de *Mi Lucha* o un tratado explicando el modelo capitalista y su individualismo, que propulsa el extractivismo y la destrucción del planeta. O un film que muestre las atrocidades de la guerra, la hambruna, la soledad y coloque en primer plano las trincheras, los soldados adictos a las anfetaminas, la bomba de Hiroshima y las siluetas de sus habitantes que quedaron para siempre inmortalizadas en las paredes. Si verdaderamente quisiéramos enviar creaciones humanas, tal cual hemos sido, según nuestras conductas más representativas, quizás deberíamos llenar el módulo de basura y escombros: bicicletas oxidadas, televisores sin pantalla, radios sin antena, bolsas de plástico, sillones descoloridos por el sol, latas de Coca-Cola que aún conservan su color rojo, elementos que revelan lo siguiente: no hay

nada más humano que la basura, concepto que en la naturaleza no existe, excepto como resultado de la acción humana.

¿Pero merecemos ser salvados? ¿Realmente queremos perpetuar una civilización que no supo convivir armónicamente consigo misma ni con la naturaleza?

Epílogo

Finalmente, creemos en la pertinencia de enviar vacío el cohete previamente diseñado, que describirá una órbita en torno al segundo punto de Lagrange durante 36 horas, para luego insertarse en la órbita lunar, descendiendo en su superficie tras 8 horas. La aeronave permanecerá en el paisaje lunar degradándose poco a poco, hasta que los vientos solares la derrumben y revelen un cascarón de aleaciones de carbono, que contiene nada, como una bengala que estalla en el medio de un océano y que nada ni nadie podrá ver. Su resplandor rojo pasará desapercibido en un universo de estrellas y morirá lentamente, para el estupor de las rocas lunares.