

Expansión hacia el espacio: ¿opción u obligación?

Ing. Jorge Oguilve Araya, M.Eng
Instituto Tecnológico de Costa Rica
j@oguilve.com

La humanidad se encuentra en una etapa de su existencia en la cual los patrones de comportamiento colectivo han desencadenado el uso desproporcionado de los recursos disponibles. Pareciera que no existe un culpable único de este problema, sino que varios factores lo propiciaron y contribuyen a agravarlo: la sobrepoblación, las tendencias de consumo, la desigual distribución de los recursos, la dependencia de los combustibles fósiles, entre otros. Éstos generan una gran presión sobre el medio ambiente y los resultados de estas actividades están disparando una gran diversidad de efectos incompatibles con la preservación de la raza humana, tales como la elevación de la temperatura global y sus alteraciones severas en el clima, la extinción de especies, el agotamiento del agua, la escasez de alimentos, la contaminación del suelo y mantos acuíferos y la presión urbana sobre el medio rural, por mencionar algunos. El autor Ulrich Beck, conocido por su tesis de la “sociedad del riesgo” establece que el conocimiento científico moderno y la producción industrial asociada han superado nuestros esfuerzos de predicción y control. Los riesgos asociados con peligrosos efectos colaterales tales como la basura tóxica, materiales radiactivos, lluvia ácida y destrucción de la capa de ozono son actualmente menos reversibles y mas globales que los riesgos de la vida capitalista incipiente. Esta sociedad del riesgo se diferencia con épocas anteriores por el hecho de que los riesgos proceden mayoritariamente de decisiones humanas, en donde es característico que la producción social de riqueza sea acompañada por la producción de riesgos ambientales. [1] [2]

Ante esto, en círculos gubernamentales, académicos, políticos y comunales se llevan a cabo una serie de discusiones ideológicas y de hecho con respecto a las políticas que deben ser establecidas para minimizar el impacto de la actividad humana sobre el planeta. Sin embargo llegar a un consenso entre todos los actores ha demostrado ser un reto difícil de superar debido principalmente a intereses económicos particulares que pueden verse

afectados, a contradicciones y falta de información para toma de decisiones en las comunidades científicas y civiles, a la existencia de la información pero la desconexión entre los gremios, a la ambivalencia moral en los principios defendidos, o inclusive a la resistencia de la humanidad ante los cambios requeridos, que podrían implicar modificaciones utópicas a la naturaleza humana con respecto a sentimientos interiorizados de éxito, soberanía, identidad local, defensa del territorio, bienestar, supervivencia y otros. Adicionalmente, a lo anterior debemos añadir la percepción errónea y la indiferencia humana con respecto al carácter agotable de los recursos: lo vemos como una posibilidad, todo mundo habla de ello, pero paradójicamente no es tangible el día en que el petróleo se acabe y vemos muy largo el momento en el que finalmente no tengamos el acceso al agua tal y como lo disfrutamos hoy.

Con el fin de estabilizar esta tendencia autodestructiva, existen desafíos en el manejo del concepto que yo llamo “inteligencia colectiva”. Es aquella inteligencia que resulta de la interacción de dos o más cerebros pensantes, que permiten, a pesar de sus diferencias y por medio del autocontrol, la toma de decisiones orientadas al bien de la colectividad, siempre. Una inteligencia colectiva “alta” implica un pensamiento racional del tipo: tomo decisiones por el bien de la colectividad y como consecuencia obtengo bienestar personal, familiar, local y global, sin importar tanto el plazo (ya que éste no sería una variable crítica pues existen altas probabilidades de que la sostenibilidad resultante se encargue de no hacerlo un factor); mientras que una inteligencia colectiva “baja” implica decisiones para el bienestar personal inmediato, y si quedan remanentes, procurar el bienestar local y global. Por medio de una analogía, podemos caracterizar la inteligencia colectiva como una extensión del funcionamiento cerebral, en el cual cada una de los millones de neuronas realiza una función específica que, en conjunto, habilitan la toma de decisiones para la supervivencia y además giran instrucciones acordes para la utilización de los recursos disponibles en el cuerpo con el fin de realizar acciones que le permitan interactuar con su entorno. En esta comparación, cada una de estas neuronas es equivalente a un ser humano. ¿Seremos entonces, colectivamente, un ente inteligente? ¿Si no, estaremos a tiempo de aprender antes de que se acaben los recursos para lograrlo? En la humanidad se presenta un fenómeno de condicionamiento inconsciente, en el cual debido a que no hemos sufrido una experiencia en el pasado, se genera la ilusión de que hay bajas probabilidades de que nos ocurra en el futuro. No obstante, aisladamente sí existen grupos y comunidades que ante tantas variables e interrogantes abiertas adoptan una posición conservadora que les permite interiorizar el hecho de que debe ponerse un freno desde ya a esta tendencia avasalladora

con el fin de poder detenernos a tiempo y mantener la especie. Estos pequeños grupos realizan un “trabajo de hormiga” desde cada una de sus posiciones con la esperanza de poder generar una masa crítica que permita que las ideas y acciones adquieran un momentum a nivel global, por medio de acciones a nivel local, que ayuden a solucionar el problema. Pero pareciera que la humanidad a veces aprende de forma súbita. En otras palabras, el nivel de conciencia humano y su reacción contundente depende de acontecimientos bruscos que le hagan reflexionar y de esta forma darse cuenta que se camina por una senda equivocada. Sin que sonase apocalíptico, ¿que sucedería si aquí, en este momento, científicamente nos diéramos cuenta que un meteorito del espacio exterior amenaza de forma real con destruir la Tierra? Puede ser que olvidemos muchos de los “problemas” que nos aquejan hoy en día, por los cuales tenemos disputas con nuestros vecinos y congéneres, para buscar una solución a este problema mayor, que afecta, de un momento a otro, a todos.

Pareciera entonces que para poder generar consenso a pesar de nuestras diferencias, es imperativo tener un problema que nos trascienda como “unidad humana”: algo que nos amenace como especie. Y en este aspecto, uno de los desafíos que existen con el problema de la sostenibilidad es que es un proceso de degradación paulatino en el cual sus efectos muchas veces son poco perceptibles y mimetizan con procesos naturales normales que debido a su escala, complejidad, y presencia de caos es muy difícil de reconocer. Por ejemplo, ¿Estará el calentamiento global correlacionado positivamente con los terremotos? En este caso la ciencia y la sociología son indispensables para lograr reconocer, entender y difundir a todo nivel que la extinción de nuestra especie es una posibilidad real y que es necesario crear esa inteligencia colectiva que nos haga conscientes de la amenaza que se cierne sobre nosotros.

Entrando en materia, en la justificación de las actividades espaciales existen dos grupos bien definidos: El primero es aquél que, debido a la existencia de problemas humano-terrestres no resueltos, defiende las escuelas de pensamiento que cuestionan la asignación de recursos en algunas áreas de las ciencias sociales y naturales. Esto por cuanto los mismos podrían ser utilizados para tratar otros temas de mayor prioridad, siendo una de estas áreas afectadas la investigación y desarrollo espacial. La inversión en ella es vista como un “desperdicio de dinero”. Es común escuchar cuestionamientos acerca del porqué destinar recursos para emprender el desarrollo del espacio si existen problemas inmediatos a nivel

terrestre que atender: guerras, hambre, problemas ecológicos, políticos, religiosos y sociales por citar algunos: “esta visión generalmente apoya el resolver los problemas sociales terrestres, antes de moverse al espacio, esto es, nunca” [3]. Inclusive, existe reticencia por integrar ciertas ramas sociales en la discusión de los asuntos pertinentes al espacio. Así, en el campo de la sociología existen propuestas acerca de la pertinencia de una rama denominada “astrosociología” la cual “no se preocuparía por los descubrimientos astronómicos o las innovaciones tecnológicas en sí, sino que se preocupa cómo estos descubrimientos e innovaciones afectan los variados elementos de una sociedad en particular” especialmente cuando las interacciones entre las diversas naciones crezcan y maduren. Según Pass (2004) este campo de estudio se encargaría de temas tales como: (1) el análisis de las organizaciones dentro del sector astrosocial; (2) políticas del espacio; (3) derecho espacial; (4) cooperación internacional y conflictos en el espacio; (5) posibilidades de un futuro fuera de la atmósfera y sus características; (6) influencias no-astrosociológicas y culturales de las actividades humanas en el espacio; (7) influencias culturales de los fenómenos astrosociales en la sociedad, incluyendo grupos religiosos; (8) impacto de las ciencias espaciales y sus tecnologías asociadas en la sociedad (incluyendo contribuciones colaterales que resuelven problemas sociales); (9) educación espacial; (10) cobertura mediática de problemas espaciales y documentales; (11) turismo espacial; (12) el papel del estado y la empresa privada en la empresa espacial; (13) la influencia militar en el espacio; y (14) astrosociología práctica y pública (sociólogos involucrados en el planeamiento de comunidades espaciales, y otros esfuerzos) [3]. Particularmente en el campo del derecho, hay un área incipiente de desarrollo debido a que conforme las naciones avancen en la conquista del espacio surgirán dudas acerca del uso de los objetos celestes, la pertenencia de los mismos, la soberanía sobre las órbitas, entre otros. En esta línea particular las Naciones Unidas han redactado una serie de tratados que pretenden regular las actividades de las naciones en el espacio ultraterrestre, siendo esto un inicio en la correcta normativa de las mismas dentro de un marco jurídico internacional. [4]

En un segundo grupo, en contraposición con los críticos, encontramos a los defensores de la actividad espacial quienes comúnmente la respaldan con objetivos que no son tan convincentes para aquellos que no se desenvuelvan en una rama tecnocientífica afín. Financieramente, algunas de estas iniciativas tienen el reto de que su retorno sobre la inversión es difícil de cuantificar, especialmente cuando son manejadas por gobiernos, y entonces sus justificaciones se dan con base en otros atributos cualitativos que son

frecuentemente cuestionados. Cabe destacar que el escrutinio de estas iniciativas es un contrapeso importante en su desarrollo porque filosóficamente es importante vigilar los fines últimos de éstas, no por una simple oposición u aversión, sino para lograr una constante validación de los esfuerzos realizados y el camino por el cual ellos nos están llevando. Un ejemplo interesante de lo anterior es lo sucedido durante la guerra fría: si lo vemos en retrospectiva, una de las motivaciones primordiales de la industria espacial era la demostración de liderazgo por parte de dos potencias con sistemas ideológicos contrapuestos. Los gobernantes, especialmente estadounidenses, sufrían presiones para levantar la imagen tecnológica de su país después del envío del Sputnik, como se explica en [5]. El objetivo de demostrar superioridad era muy claro, y el espacio fue “usado” en sus inicios para demostrar esos propósitos. No sería entonces extraño esperar un recelo por parte de ciertos sectores con respecto a la reactivación de esta empresa, puesto que si una vez la motivación se dio con una justificación primordialmente política entonces es menester vigilarla adecuadamente para que ésto no vuelva a suceder mañana.

A partir de las dos posiciones contrapuestas señaladas anteriormente nos preguntamos: ¿Es la expansión humana hacia el espacio simplemente parte de nuestra naturaleza, es una opción, o una obligación? Tradicionalmente hemos estado ocupados en la discusión de nuestros problemas con un enfoque intraterrestre. En éste la sociología y muchos otros campos de las ciencias sociales han jugado un papel preponderante, sin embargo estamos viviendo una etapa de transición en la cual es inminente e indispensable la inclusión sociológica en el estudio espacial de manera activa. En esta etapa en que la humanidad lidia con si misma, existen posiciones “optimistas”, “pesimistas” y “realistas” acerca del futuro de las especies. Si nos enfocamos en las dos últimas, que constituyen los mayores focos de debate, entonces es evidente que si no tomamos acciones ya muy probablemente superemos un umbral incompatible con la vida en el planeta en un corto plazo. Una visión alterna es que el sistema se autorregula, en otras palabras, que nuestras propias actividades conscientes e inconscientes causan que el planeta y la sociedad respondan en forma adversa, eliminándonos a algunos de nosotros y por lo tanto reduciendo un poco la carga sobre sí mismo; utilizando mecanismos de respuesta tales como el agotamiento de la frontera agrícola, inseguridad alimentaria, desastres inducidos, entre otros, que nos fuerzan a morir o reproducirnos menos y por tanto reducir la sobrepoblación y por ende la presión humana sobre el medio. En este aspecto, existen diversas posiciones concernientes al concepto de localidad, globalidad, urbanismo, modelos productivos y

formas de gobierno que deben modificarse con el fin de estabilizar la tendencia observada hasta hoy, muchas de ellas abarcadas por Beck en diversas referencias tales como [6] y [7]. No obstante, todas estas discusiones se enfocan en escenarios terrestres. De existir, creo muy difícil que de ahí puedan salir soluciones completas. Es como comparar la diferencia en la visión de mundo de una persona que nunca ha salido de su barrio y otra cosmopolita. La primera tiene muy reducida su visión y se le dificultará tanto la mejora de su entorno como la comprensión de otras culturas porque los parámetros sociales a los que está acostumbrada son limitados, mientras la segunda, a pesar de que provenga de la misma vecindad que la primera, tendrá muchas ideas, ideales, y parámetros de comparación tanto para saber que es afortunado por vivir en su localidad, o si por el contrario, hay mucho que hacer en ella para lograr mejorarla: el segundo probablemente sería un mejor alcalde. Lo mismo sucede con nosotros, y es validado por aquellos que han viajado al espacio: *“Antes de volar ya era consciente de lo pequeño y vulnerable que es nuestro planeta; pero sólo cuando lo vi desde el espacio, en toda su inefable belleza y fragilidad, comprendí que la tarea más urgente de la humanidad es protegerla y preservarla para las futuras generaciones.”* Sigmund Jähn, *Cosmonauta Alemán* [8]. Existen declaraciones similares de muchos que han experimentado esta sensación, ya que el haber estado allá, en esa quietud, les ha ampliado la perspectiva. De esta manera, si pudiésemos resolver entonces todos nuestros problemas terrestres, es evidente que la expansión humana hacia el espacio es opcional desde un punto de vista de supervivencia. (No obstante, hablando en forma estricta, este carácter “opcional” de la expansión humana al espacio es temporal pues en una escala de billones de años el Sol se transformará haciendo imposible la vida en la Tierra, a menos que la evolución nos lleve a adaptarnos en formas inimaginables a las condiciones adversas que nos esperan).

Ahora, existe otro escenario posible y es la visión apocalíptica en la cual nos extinguimos repentinamente como especie debido a una guerra nuclear o a un asteroide fuera de curso que colisionará con la Tierra, por mencionar dos ejemplos. La única solución a este problema sería entonces el emigrar y convertirnos en refugiados en otros planetas, si queremos perpetuarnos como especie. Algunos piensan que el escenario de extinción es cuestión de tiempo y certero en un 100%, mientras otros piensan que el segundo escenario, de migración, es parte innata del ser humano, una simple continuación de los patrones de exploración y colonización que a través de la historia hemos realizado en la Tierra. Dadas estas posiciones es que este autor piensa que es imperante continuar trabajando en un plan ideológicamente paralelo a los esfuerzos actuales de sostenibilidad intraterrestre en el cual

es necesario continuar agresivamente con la conquista del espacio si se desea mantener la supervivencia de la especie humana. Para ello, se requiere una inversión, colocada en perspectiva por Stephen Hawking (2008) "*Aún si fuésemos a incrementar el presupuesto de exploración 20 veces para hacer un esfuerzo serio de ir al espacio, eso sería únicamente una pequeña fracción del producto interno bruto mundial. ¿No vale nuestro futuro un 0.25% del mismo?*".

Afortunadamente este camino de expansión en el sistema solar tiene la particularidad de que además de cumplir su objetivo principal, genera tecnología que también contribuye a la consecución de los objetivos de sostenibilidad internos (muchas de estas tecnologías pertenecen a las denominadas "verdes"). Algunas de ellas serán mencionadas a continuación:

- Tecnología solar: Al ser el espacio cercano un lugar con escasez de recursos energéticos tradicionales, es imperante el uso de una fuente de energía alternativa como lo es la solar, para energizar los sistemas eléctricos de estaciones espaciales, satélites, bases y otros. La continua mejora de los paneles solares con el fin de aumentar su eficiencia en el espacio habilita el uso de éstos a nivel terrestre con el fin de reducir la dependencia de fuentes de energía fósil y nuclear.
- Tecnologías de destrucción de desechos: el plasma es un estado de la materia que consiste en una "sopa" de partículas atómicas a alta temperatura. Es el estado en el que se encuentra el Sol y las estrellas. Particularmente, las tecnologías de propulsión avanzada por medio de plasma tienen un área hermana de desarrollo mutuo, el cual es la utilización de este estado de la materia para la desintegración (¡no incineración!) de desechos industriales, residenciales y hospitalarios, que provee la ventaja de descomponer la basura en sus componentes elementales los cuales pueden ser utilizados para generar energías limpias a partir de desechos, con un nivel de dioxinas mucho menor a cualquier proceso conocido.
- Superconductividad: Debido a las continuas búsquedas por reducir los requerimientos energéticos en el espacio, la superconductividad, que es la propiedad de algunos materiales de conducir la electricidad sin ningún tipo de pérdida, es un campo en el cual

se realizan investigaciones extensivas con el fin de reemplazar los cables tradicionales de cobre por elementos superconductores, reduciendo de esta forma la energía disipada por los mismos en forma de calor. Esta tecnología permitiría también la mejora de dispositivos médicos como las máquinas de resonancia magnética, elementos de transmisión eléctrica y potencia motriz como motores y generadores, entre otros.

Así como se ha generado esta lista de ejemplos, existen muchos otros que están debidamente documentados en diversas fuentes tales como [9].

Con el fin de ejecutar la estrategia de exploración espacial mencionada anteriormente y sin el afán de entrar en detalles extremadamente técnicos, es preciso enmarcar las particularidades de los sistemas de propulsión actuales y sus limitaciones para lograr la expansión del ser humano en las diversas regiones del sistema solar. Actualmente la manera más difundida de propulsión espacial es aquella denominada química, en la cual un compuesto químico se enciende y genera un empuje en la dirección opuesta a la salida del material caliente. Esta tecnología produce un empuje muy grande que es capaz de llevar suministros, personas y su propio peso a la órbita baja terrestre. Pero su consumo de combustible es tan alto que sus reservas se agotan rápidamente y de ésta forma inhabilita al vehículo a llegar a lugares relativamente lejanos: los tiempos de tránsito son relativamente altos, puesto que la mayor parte de la trayectoria la realizan “derivando” hacia su destino; en caso de emergencia los mismos no pueden abortar el proceso, ya que no es factible que se puedan “devolver” en alguna fase del camino, entre muchas otras desventajas que pondrían a las tripulaciones en un sinnúmero de riesgos. Esto ha hecho que la exploración humana a otros planetas sea imposible, y por lo tanto nos ha mantenido tradicionalmente en lugares cercanos a la Tierra.

Alternativamente, existe una tecnología espacial que podría contribuir en este objetivo de lograr la expansión de la raza humana en el espacio, además de generar otros beneficios colaterales terrestres, denominada Cohete de Impulso Específico Variable de Plasma Magnético (VASIMR®, por sus siglas en inglés). El VASIMR® es un sistema de propulsión espacial eléctrica con diversas particularidades y ventajas con respecto a los sistemas de propulsión tradicionales. En este tipo de cohetes, un gas tal como argón, xenón o hidrógeno es inyectado en un tubo de contención el cual está rodeado de un arreglo de magnetos y una serie de antenas (“llamadas acopladores de radiofrecuencia”) cuyo propósito principal es

convertir el gas a un estado de plasma por medio de ionización, o sea, desprendiendo electrones del núcleo atómico. La región donde se da inicialmente este fenómeno se le llama sección *Helicon*. Después de atravesar la sección *Helicon*, el plasma generado se condiciona para sufrir una aceleración en una segunda etapa, llamada sección *ICH*, en la cual el plasma es calentado aún más, hasta niveles encontrados en el núcleo del Sol. Este plasma caliente es confinado por medio de campos magnéticos, los cuales se expanden en la parte posterior del cohete formando una tobera o embudo magnético. Esta tobera permite que el movimiento térmico de los iones se convierta en un flujo dirigido hacia la parte posterior, generando empuje. Literatura técnica adicional puede ser encontrada en [11] y [12].

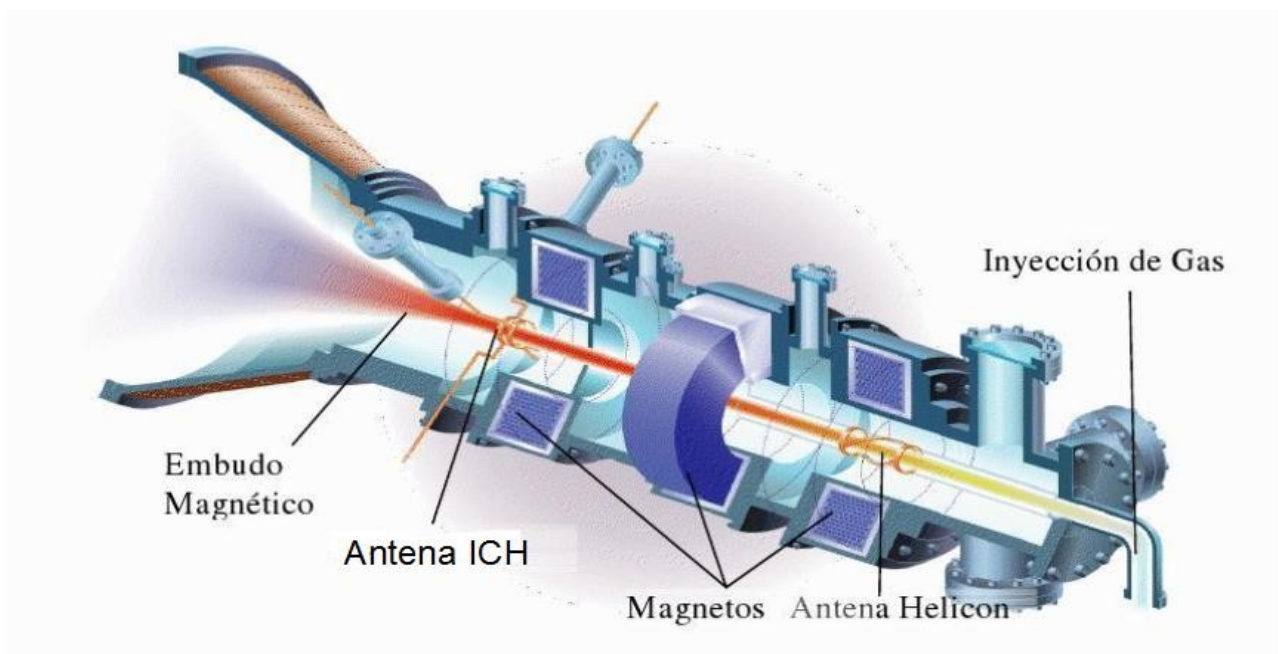


Figura 1. Motor de plasma VASIMR®

En adición a las potenciales aplicaciones terrestres derivadas del desarrollo de esta tecnología, descritas anteriormente, el VASIMR® puede ser utilizado con fines que solucionan otros problemas en el espacio y que son retos de sostenibilidad a escala planetaria. Actualmente existen más de 19000 objetos de un tamaño superior a 10 cm orbitando la Tierra, los cuales son inservibles y constituyen lo que se conoce como basura espacial [10]. Entre estos objetos se contabilizan pedazos de satélites, satélites no funcionales, partes de cohetes, etc. Éstos desechos incrementan el riesgo de las operaciones en el espacio, pero a su vez pueden auto-agravar el problema pues la colisión de dos o más de ellos puede generar una reacción en cadena que incrementa su número

(fenómeno llamado el síndrome de Kessler). Esta basura espacial representa un serio problema de sostenibilidad, ya que dificulta las operaciones en el espacio para un gran cantidad de satélites útiles y además son una seria amenaza para la vida de los astronautas. Inclusive, algunos autores [10] denominan una órbita espacial particular llamada geosincrónica “un recurso natural especial” por su importancia para gran cantidad de actividades de soporte terrestres (un satélite en esta órbita se mantiene siempre sobre el mismo lugar proyectado en la Tierra, por ejemplo algunos satélites de predicción meteorológica que permiten planificación y prevención de desastres). Cualquier satélite que se encuentre en esa órbita y que no esté funcionando representa un obstáculo que podría afectar la vida, puesto que restringe la colocación de tecnologías funcionales que ayuden en la toma de decisiones locales, como la explicada anteriormente. La tecnología VASIMR®, dadas su particularidades con respecto a la propulsión tradicional, podría ser usada para llevar a cabo operaciones de limpieza en órbita, algo que actualmente no es económicamente factible, mediante el empuje de los objetos basura en una trayectoria hacia el Sol. La comparación de la cantidad de basura espacial vs los satélites funcionales se observa en las imágenes 2 y 3:

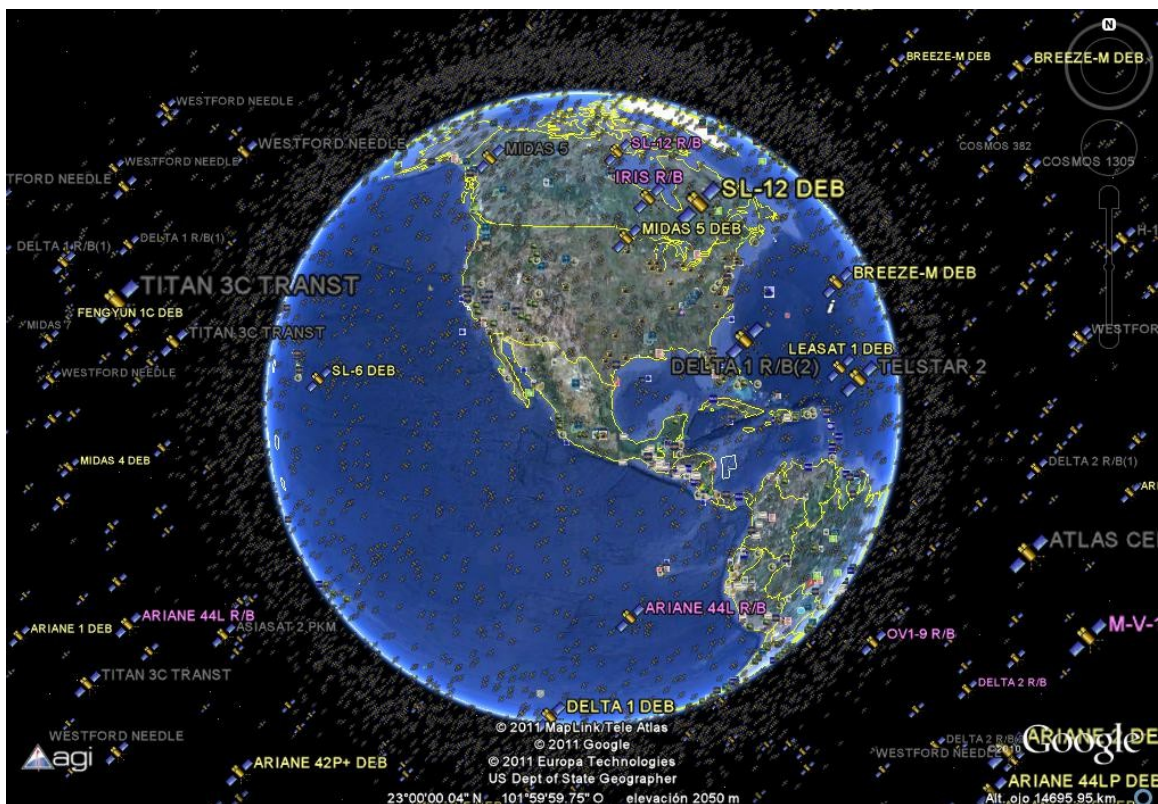


Figura 2. Cantidad de basura espacial en la órbita baja terrestre.

Fuente: AGI y Google Earth

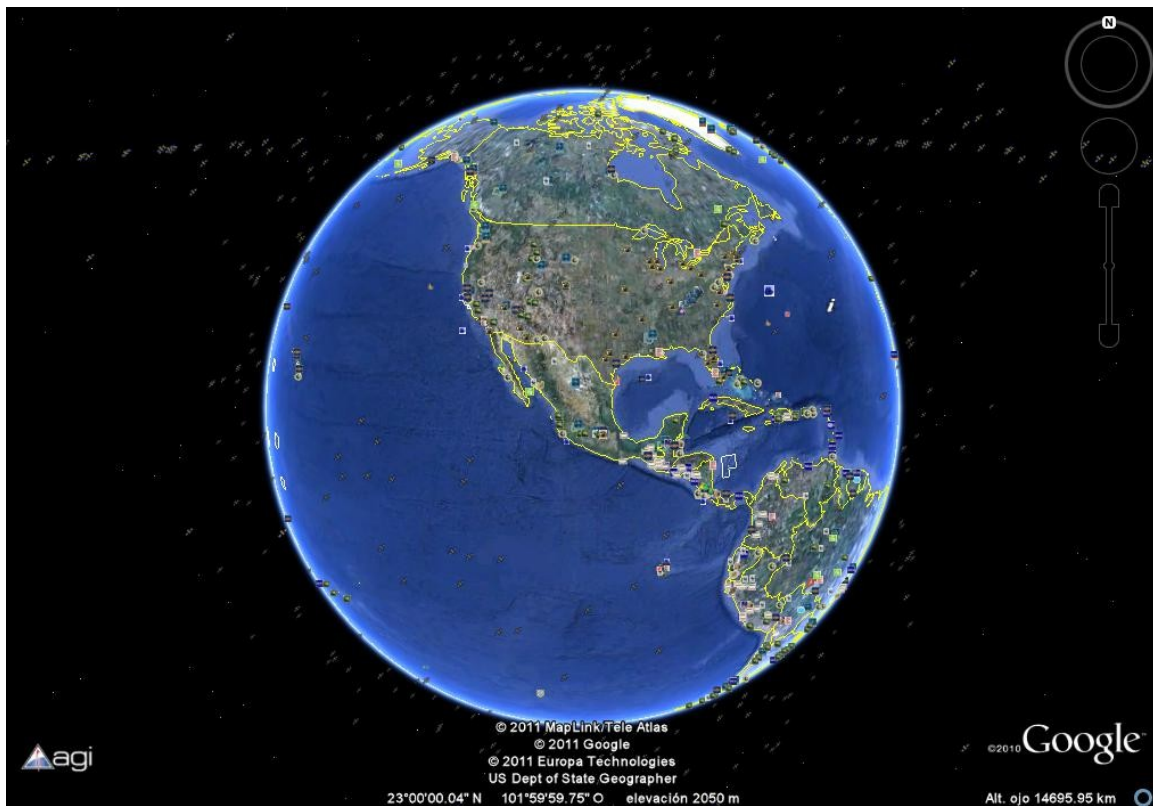


Figura 3. Imagen comparativa de la cantidad de satélites funcionales en la órbita baja terrestre. Nótese que la mayoría de objetos en ésta órbita, son inservibles. (Figura 2)

Fuente: AGI y Google Earth

Otras actividades factibles con esta tecnología se relacionan con los asteroides. En una de estas aplicaciones, una nave propulsada por cohetes VASIMR® podría ser utilizada para habilitar actividades de minería en asteroides. El desarrollo de infraestructura espacial tal como bases lunares, sitios de fabricación en gravedad cero, y otros, requerirán materiales para ser construidos. Debido a que los asteroides se componen de elementos tales como metales y agua, es posible obtener las materias primas directamente de ellos y desacelerar de esta forma las actividades mineras en Tierra por medio de la importación espacial de estas materias primas. En esa misma línea, una función potencial del VASIMR® es el desvío de asteroides que amenacen la Tierra. Existen entidades que se dedican al rastreo de objetos que pudiesen estar en una dirección coincidente con la terrestre, sin embargo no existen mecanismos de mitigación en este momento. La tecnología en mención podría utilizarse para anexarse a un asteroide amenazante y desviarle su trayectoria de tal forma que se retire de la órbita terrestre, y de esta forma preservar la humanidad. Finalmente, con respecto al impacto que las operaciones espaciales en sí puedan generar sobre el medio ambiente, ya existen lineamientos iniciales y conciencia al respecto como se demuestra en

los reportes de sostenibilidad de la agencia espacial europea, en los cuales el desarrollo sostenible es uno de sus ejes fundamentales (el primer reporte fue emitido en el año 2011) [13].

Finalmente, según Beck (2006) estamos viviendo una “segunda modernidad” en la cual las potenciales consecuencias a las que nos enfrentamos en esta sociedad tienen algunas particularidades que son importantes de mencionar:

- Deslocalización: sus causas y consecuencias no están limitadas a una ubicación o espacio geográfico, son omnipresentes. Esta deslocalización toma lugar en tres niveles: espacial, donde los nuevos riesgos (como el cambio climático) no respetan estados, naciones, o fronteras; temporal, donde los riesgos tienen un alto período de duración (como por ejemplo accidentes nucleares) de tal forma que su efecto sobre el tiempo no puede ser confiablemente determinado y limitado; y finalmente social, debido a la complejidad de los problemas y el largo de las cadenas de efecto. La asignación de causas y consecuencias no es posible con ningún grado de confiabilidad (por ejemplo crisis económicas).

- Incalculabilidad: sus consecuencias son en principio incalculables, en el fondo son un asunto de riesgos hipotéticos, los cuales están basados en desconocimientos inducidos por la ciencia;

- No compensabilidad: El sueño de seguridad de la “primera modernidad” estaba basado en la utopía científica de hacer las consecuencias y peligros de las decisiones aún más controlables; los accidentes podían ocurrir, mientras fuesen considerados compensables. Actualmente la compensación no funciona y es reemplazada por el principio de precaución a través de prevención. [14]

De acuerdo con lo anterior es evidente la dificultad de predecir los resultados de la dinámica que estamos viviendo en este momento, donde existen dificultades para determinar los riesgos asociados a las actividades humanas. Es importante aclarar que más allá del hecho de que la expansión del ser humano hacia el espacio pueda hipotetizarse como parte de su propia naturaleza, en la cual se da el deseo de explorar y colonizar lugares antes no

visitados, es necesario alcanzar un nivel de inteligencia colectiva en un período de tiempo razonable con el fin de salvaguardar la especie. De lograr mantener la presión sobre el planeta en niveles sostenibles, se podría plantear la posibilidad de que la expansión humana pueda verse como una empresa “opcional” puesto que no habría necesidad de moverse a ambientes artificiales para garantizar la perpetuidad del ser humano. Si lo anterior no es posible, entonces la empresa será obligatoria, puesto que al ritmo en el que crecemos y consumimos nuestra supervivencia no está garantizada. Dada la incertidumbre en estos escenarios, explicada ampliamente por los conceptos de sociedad de riesgo, es entonces necesario adoptar una posición conservadora en la cual cada grupo (pro-intraterrestre y pro-extraterrestre) trabaja en sus propios desafíos, se autoevalúa, colabora y mitiga riesgos, manteniendo una comunicación efectiva y constante por el bien común, sinergia cuyos beneficios globales a futuro están representados por la preservación misma de la especie.

Referencias

- [1] Alexander, J. & Smith, P. (1996). *Social Science and Salvation: Risk Society as Mythical Discourse*. Recuperado de <http://www.zfs-online.org/index.php/zfs/article/viewFile/2922/2459>
- [2] Miller, D. (2000). *A Note on the Representation of Environmental Risks in the News*. Recuperado de <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR4-1/miller.html>
- [3] Pass, J. (2004). *Space: Sociology's Forsaken Frontier*. Recuperado de http://www.astrosociology.com/Library/PDF/submissions/Space_Sociology's%20Forsaken%20Frontier.pdf
- [4] United Nations Office for Outer Space Affairs (s. f.). *Treaties, Declarations and Principles on Space Law*. Recuperado de <http://www.unoosa.org/oosa/en/SpaceLaw/treaties.html>
- [5] Logsdon, J. (s. f.). *Space in the Post Cold War Environment*. Recuperado de <http://history.nasa.gov/sp4801-chapter6.pdf>
- [6] Beck, U. (2003). *Global America?: the cultural consequences of globalization*. Recuperado de <http://books.google.co.cr/>
- [7] Beck, U. (2002). *The Cosmopolitan Society and its Enemies*. Recuperado de http://www.labmundo.org/disciplinas/BECK_the_cosmopolitan_society_and_its_enemies.pdf
- [8] Jähn, S. (2011, 16 de Mayo). *Cita*. Recuperado de <http://www.solarviews.com/eng/earthsp.htm>
- [9] National Aeronautics and Space Administration (2011, 17 de Mayo). *NASA Spinoff homepage*. Recuperado de <http://www.sti.nasa.gov/tto/>
- [10] NASA Orbital Debris Program Office (2011, 17 de Mayo). *NASA Orbital Debris FAQs*. Recuperado de <http://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/faqs.html#3>
- [11] Bering, Edgar et al, "Performance studies of the VASIMR® VX-200", 49th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, AIAA, Orlando, FL, 4-7 January 2011, pp. 2.
- [12] *Technology* (s. f.). Recuperado de <http://www.adastrarocket.com/aarc/Technology>
- [13] European Space Agency (2011). *ESA issues its first Sustainable Development Report*. Recuperado de http://www.esa.int/esaMI/ESA_Publications/SEM51L3SNIG_0.html

[14] Beck, U. (2006). *Living in the world risk society*. Recuperado de <http://www.skidmore.edu/~rscarce/Soc-Th-Env/Env%20Theory%20PDFs/Beck--WorldRisk.pdf>

[15] Pérez, B. (2011). *TuPera* (Versión Alnitak) [Software]. San José, Costa Rica.