

## La logística de abastecimiento de las civilizaciones de acuerdo con la escala de Kardashev

*Civilizations Supply Logistics According to Kardashev Scale*

 <https://doi.org/10.52948/mare.v4i2.781>

YILBER SEBASTIÁN HERNÁNDEZ GÓMEZ  
 <http://orcid.org/0000-0003-0509-992X>  
Universidad Santo Tomás. Colombia  
yilberhernandez@ustadistancia.edu.co

### **Artículo de investigación**

**Recepción:** 31 de marzo de 2022

**Aceptación:** 10 de octubre de 2022

### **Cómo citar este artículo**

Y. Hernández Gómez, "La logística de abastecimiento de las civilizaciones de acuerdo con la escala de Kardashev", mare, vol. 4, n.º 2, feb. 2022.

**Resumen:**

El siguiente artículo analiza la logística de abastecimiento de civilizaciones que podrían existir en el universo. Está basado en la escala propuesta por el científico Nikolái Kardashev (1964), la cual categorizaba tres tipos de civilizaciones según el consumo de energía. Como resultado, permite desarrollar la forma de operatividad de cadenas de suministro, en cuanto al funcionamiento de redes de transporte, mano de obra y centros de distribución. A su vez, posibilita conocer la manera en que satisfacen sus necesidades con respecto al desarrollo tecnológico que cada una puede llegar a lograr en temas planetarios, estelares y galácticos.

**Palabras clave:** Kardashev; civilización; logística; abastecimiento; universo.

**Abstract:**

The following article analyzes the supply logistics of civilizations that could exist in the universe, based on the scale proposed by the scientist Nikolai Kardashev (1964), categorized into three types of civilizations according to energy consumption. This allows us to develop the form of supply chains operation, in terms of the functioning of transportation networks, labor and distribution centers, allowing us to know how they satisfy their needs with respect to the technological development that each one can achieve in planetary, stellar, and galactic matters.

**Keywords:** Kardashev; civilization; logistics; supply; universe.

**Introducción**

Nosotros los seres humanos necesitamos el consumo continuo de recursos para poder subsistir en nuestro ambiente. Por ello, nuestra logística es “el arte y la ciencia de obtener, producir y distribuir materiales y productos en el lugar apropiado y en

cantidades requeridas” [1, p. 16] para intercambiar, por medio de diferentes tipos de sistemas de transporte que tenemos en nuestro planeta: terrestre, marítimo y aéreo; allí se utilizan máquinas acopladas para poder transportar mercancía, ya sea por medio de vehículos terrestres, barcos y aviones respectivamente. En ese sentido, hemos diseñado toda una red de abastecimiento de bienes, insumos y servicios para satisfacer nuestras necesidades a nivel global. El objetivo es no perecer, teniendo una evolución progresiva en cada aspecto de nuestras diferentes maneras de abastecernos.

Para lograr lo anterior, el ser humano ha construido infraestructura: plataformas logísticas, puertos, aeropuertos, entre otros. Estos permiten conectar a distintos países debido a que “las actividades globales de transporte se llevan a cabo en cinco grandes sistemas: carretero, ferroviario, aéreo, acuático y de flujos continuos” [2, p. 35], los cuales permiten el transporte de las diferentes materias primas que necesitamos para ir avanzando en la sociedad. Nuestro conocimiento de las ciencias, bien sea del caso de la física y la química, han permitido comprender las causas de generación de movimiento y de tal manera ser capaces de inventar máquinas que se impulsan por diferentes mecanismos de transformación de materiales fósiles y al mismo tiempo que conllevan a una liberación de energía para su adecuado funcionamiento. Es tal el caso de nuestro avance que, inclusive, tenemos la capacidad de llegar más allá de la atmósfera para instalar estaciones espaciales que se encuentran en nuestra órbita terrestre. El discernimiento de leyes físicas le ha permitido al ser humano generar tecnología que se adapte al medio ambiente para sus diferentes necesidades.

**La importancia del transporte**

El transporte y el almacenamiento de productos en nuestra cultura ha sido rele-

vante para nuestro progreso; aparecieron “cuando las colectividades humanas obtuvieron excedentes de productos alimenticios” [3, p. 19].

Esto permitió trascender más allá de nuestros territorios para comercializar todo lo necesario y construir en cierta forma una red logística que se ha mejorado durante varios siglos. Aquí la energía es parte fundamental para esta revolución en términos de funcionamiento de diferente maquinaria. A fin de cuentas:

Hoy en día, nuestras poblaciones básicamente sobreviven (en términos energéticos) gracias a la electricidad que les llega de las diferentes centrales que producen la energía basándose en la combustión del gas, el fuel y el carbón, en la fisión del uranio o en la fuerza del viento. [4, p. 68]

No parece excesivo afirmar que la especie humana aún espera encontrar nuevos descubrimientos científicos que la coloquen al margen continuo de sus aspiraciones de civilización. Así lo explica el libro *El hombre artificial: El futuro de la tecnología* (2011): lograr una quinta generación de robots para el año 2050 y para el sector del abastecimiento se producirán grandes avances en el caso de autos voladores y la teletransportación. De igual manera, la iniciativa de esta última promulgará a una gran hazaña que “necesitará de una máquina que pueda descomponer, clasificar y enviar más de un trillón de átomos para luego en la nueva ubicación poderlo ‘reensamblar’ en perfecto orden” [5, p. 150]. En la logística se resumirá en tener un punto inicial y un punto final que no tendrá intermediario, aspecto que vivimos actualmente en el transporte de mercancía. Asimismo, se ahorrará en tiempos de viajes terrestres, marítimos y aéreos, accediendo a enlaces en una cantidad mínima de tiempo;

además de llevar el abastecimiento de ciudades a un nivel avanzando y pensar en temas interplanetarios.

### **Logística: Civilización de tipo**

En este orden de ideas se puede asumir que, de alguna manera, los seres humanos hemos tenido un avance significativo en proveer a nuestra sociedad en sus diferentes necesidades y pensar que todavía “nuestro concepto actual de la realidad física podría ser restringido, en relación con el todo” [6, p. 147]. No obstante, todavía se está lejos de pesar sobre el adelanto en temas científicos de lo que se puede llegar a combinar para obtener una conveniente perfección de la logística, profundizando que es la esencia del comercio. Como bien expone pues bien lo dice Ballou [7] “contribuye a aumentar el estándar económico de vida de todos nosotros” [p. 3]. No cabe duda de que la especie humana ha tenido grandes invenciones para su abastecimiento a nivel planetario.

Sin embargo, no alcanza a ubicarse en la escala de Kardashev, compuesta por tres tipos de civilizaciones [8]. Como lo menciona Michio Kaku en el libro *La física del futuro* (2014), nuestra civilización actualmente es de tipo 0. Aunque siguiendo los planteamientos de Carl Sagan, el autor señala que dichos cálculos “mostraron que en realidad somos una civilización del tipo 0,7” [9, p. 451]. Esto suscita a preguntarnos: ¿Cómo son las civilizaciones de la escala de Kardashev en términos de una logística de abastecimiento?

Lo que nos permite imaginar lo que pueden llegar a presentar seres avanzados a nosotros en miles de millones de años. También suponer cómo son sus redes logísticas y la manera en que resuelven sus temas de abastecimiento. Por tanto, empezaremos a desarrollar las diferentes formas que utilizan la variedad de tipos de civilizaciones para solventar sus ne-

cesidades de materias primas en sus respectivas ciudades “avanzadas”.

### **Civilización tipo I**

Una civilización tipo I es aquella que “utiliza toda su energía de la luz solar que cae sobre el planeta” [10, p. 294]; es una especie que ha logrado controlar la energía renovable. Su sistema planetario se basará en energías limpias que permitan un enfoque neutral de desarrollo; indudablemente, estará enfocado en crear un ecosistema en adecuados modos de transporte no contaminantes. A su vez, su tecnología permitirá una transformación de sus habitantes en pro de un bienestar. En primer instancia, esto nos lleva a intuir que sus redes de abastecimiento no generan un impacto ambiental.

#### **A. Los robots son mano de obra**

Sin lugar a duda, en su capacidad de almacenamiento una civilización de tipo I contará con robots avanzados que podrían ser equiparables a nuestras morfologías para tareas sencillas de carga y stock; al mismo tiempo con autómatas que para ciertas tareas contendrán una forma equiparable a varias modificaciones; es el caso de tener herramientas para la función a desempeñar en cada actividad. No obstante, su capacidad de fuerza y velocidad será un factor para cumplir con un trabajo de manera más efectiva en menor tiempo y determinará una conexión, a su vez, con varios sistemas tecnológicos para ir actualizando de forma transversal; un sistema de inventarios con una inteligencia artificial conectada de manera global, lo que subyace en conocer los datos de abastecer cualquier lugar del planeta en tiempo real. Estas máquinas obedecerán a las leyes de Asimov basadas en: “no pueden hacer daño a los seres humanos, deben obedecer a estos y deben protegerse a sí mismos” [10, p. 154].

De igual manera, en algunas ocasiones los seres biológicos de esta civilización son de otra forma ciborgs, permitiendo estar conectado de manera eficiente a la inteligencia artificial (IA) global y a todos los robots. Su objetivo es emitir órdenes mediante el pensamiento para lograr cualquier trabajo y verificar el progreso en cada situación para realizar cambios ante cualquier suceso. Esto acumulará una mayor capacidad de datos que se integrarán en la IA para emitir comunicados a todos sus habitantes sobre ciertos productos y materias primas a encontrar en cada zona del territorio que habitan.

#### **B. Redes de transporte**

En este caso, la teletransportación de objetos de un lugar a otro existirá en cualquier parte del mundo. Generará movimiento de mercancías a través de portales dimensionales ubicados estratégicamente en zonas que adquieran la energía solar, para poder reunir y ocasionar este intercambio de materiales por medio de una recarga de su fuente central. También deben existir los sistemas que nuestra sociedad utiliza. Para este caso, en primer lugar el terrestre se manejará por medio de vías subterráneas con campos magnéticos, aprovechando también “las corrientes de energía sísmica” [11, p. 2] del planeta para así mediante condensadores impulsar sus vehículos, debido a que serán similares al Hyperloop, el cual “consiste en un sistema de tubos donde los vehículos (capsulas) viajan a alta velocidad” [12, p. 1]. De esta manera, distribuirá todos los inventarios de un punto inicial a un depósito de grandes dimensiones. Allí existirán robots para su descargue y posterior acopio para luego ser distribuido a los consumidores finales.

Por otro lado, el transporte marítimo se efectuará por buques mercantes no

tripulados, perpetuando la ejemplificación del proyecto Munin [13]. En síntesis, la IA determina las mejores maneras de movilizarse por el agua. Dicho movimiento se ocasionará por medio de la energía oceánica pues “las ondas son muy eficientes en la transferencia de energía y pueden viajar largas distancias sobre el océano” [14, p. 503], llegando a las turbinas de los buques para un desplazamiento en menor tiempo de la carga, produciendo un enlace con los puertos de forma especializada con los autómatas y ciborgs que operen en dichos lugares para realizar la desembarcación.

Acerca del transporte aéreo de una civilización tipo I, sus vehículos serían iguales al Aeroscraft “ya que su tecnología y características hacen que sea la opción más viable para ser implementado en el sector de la carga aérea” [15, p. 6] y su energía funcionaría por el fenómeno fotoeléctrico “el cual consiste en la transformación de energía luminosa a energía eléctrica” [16, p. 520]; todo será en pro de no contaminar en lo menos posible su ambiente. De aquí se desprende que los aviones o vehículos aéreos de carga circularían con la energía de su estrella cercana, así abasteciendo grandes aeropuertos.

Puede creerse que así es el comportamiento de una civilización tipo I. Ahora lo ideal es avanzar a una tipo II que, en primer instancia, a nivel interno de su sociedad presenta los transportes algo similares a su antigua escala, aunque ha superado las barreras planetarias; además, aprovecha al máximo su energía solar para construir y originar nuevas maneras de transporte de mercancía para sus diferentes habitantes y procesos que lleva la cultura. Por último, es importante aludir que sus conceptos físicos registran lógicamente mayor progreso.

### **Civilización tipo II**

Ya hemos visto la utilización de la logística de abastecimiento en la civilización tipo

I; para una tipo II en los procesos logísticos de mantenimiento de su especie su ingeniería lleva a una apropiación de su estrella cercana que conduce a definirla como una evolución estelar; en cierta forma en concordancia con [17]: “capturar la luminosidad estelar fuera de la superficie de un planeta” [p. 2]. Por ende, es necesario comenzar por evocar la esfera de Dyson.

#### **A. Esfera Dyson progreso del abastecimiento**

La sociedad de tipo II con su esfera de Dyson accederá a rodear su planeta para adquirir la energía del sol. Podría ser lo dicho por [18]: un enjambre de objetos pequeños o, por supuesto, también una mega estructura, un único objeto de tamaño planetario o mayor, el cual envolvería de manera gravitacional al hábitat de la civilización, visualizándose un gran panel solar, para tener una idea de la magnitud de infraestructura que puede llegar a realizar los seres de ese planeta con su respectiva capacidad robótica.

Es decir, la esfera de Dyson es un enjambre de abejas maniobrando con levitación magnética, “la ventaja de este sistema magnético consiste en reducir considerablemente la fricción, el desgaste de las piezas metálicas” [15, p. 469]. Asimismo, además de absorber la energía del sol la estructura tendría una finalidad de conectar directamente a sus lugares de almacenamiento de materiales a través de tubos o ductos, algo semejante a un tubo de rayos catódicos. Aquí, realizando una equivalencia [19], funcionaría análogamente comparando las naves con los electrones, pasarían por el tubo “acelerados desde el cátodo negativo hacia el ánodo positivo de aceleración” [p. 382]. La parte negativa sería la entrada a nuestro enjambre y la parte positiva sería el lugar de depósito causando un almacenamiento masivo de manera orbital a terrestre y transformándose en una parte fundamental de este tipo de civilizaciones.

## **B. Planetas con función de centros de distribución**

Con lo mencionado hasta aquí es claro que una sociedad tipo II es capaz de llegar a sus planetas vecinos que orbitan alrededor de su estrella. Ahí generan lo denominado “centros de distribución planetarios”, los cuales estarían cerca del centro de gravedad de mayor consumo, lo que significa que el planeta origen es el lugar por satisfacer porque el “objetivo es obtener el menor costo de transporte de los productos llegando a la instalación y saliendo de ella” [20, p. 94]. Esta manera de conectar planetas y volverlos centros de almacenamiento para satisfacer necesidades del planeta principal se debería llevar por medio de colonias en los hábitat de esos mundos, generando infraestructura. Como se mencionó en líneas anteriores, la mano de obra es robótica y con mejores sistemas realizados en una civilización tipo I, desplegado en física cuántica con robots que tengan “la posibilidad de encontrar la solución de un problema mucho más rápidamente” [21, p. 94].

Y es que los robots con operatividad cuántica deben configurar soluciones de inmediato en esos lugares. Inferimos que para ingresar a una extracción de recursos tienen que operar de forma óptima en planetas que, por ejemplo, “estén a una distancia tal que el agua esté en estado líquido, con temperaturas superficiales de 20°C y que tengan masas como la de la Tierra o mayores” [22, p. 29]. Así, la explotación de un planeta mayor que la Tierra, en este caso Júpiter, traería varios retos, en cierta manera por las condiciones climáticas con las que cuentan planetas con masas superiores; aunque contarían con grandes recursos, que referenciando a Iglesias [23], contienen “grandes cantidades de metano, amonio, agua, bióxido de

carbono y otras sustancias” [p. 123]. Estas otras sustancias provocan la explotación y realización ilimitada de nuevos desarrollos tecnológicos para una civilización al tener materiales directos en grandes cantidades.

En este orden, es momento de mencionar el proceso de transferencia de los recursos desde el planeta aledaño al origen, efectuado por puertas dimensionales. Entonces, de manera logística se estaría controlando los aspectos de la relatividad especial, en “efecto la dilatación del tiempo”, al causar una diferencia de tiempo desde el punto origen que sería desde los observadores que están emitiendo la mercancía hasta la otra puerta estelar que conduce a uno de los tubos de la esfera de Dyson. Prácticamente viajarían a velocidades sorprendentes, conformando un abastecimiento instantáneo en el aspecto de transporte, en parte fundamental para las operaciones logísticas, transformándolas en una red de suministros estelares. Por tanto, deben evolucionar para encontrarse con la próxima civilización que veremos: una tipo III.

### **Civilización tipo III**

Al llegar a este punto comprendemos todo el desarrollo que puede llegar a tener una sociedad. Más allá del tipo II, Kardashev definió a una tercera que cita Ivanov et al. [24]. Esta podría capturar y utilizar la energía de una galaxia poblando una con múltiples esferas de Dyson (2020). Ahora comprendemos el porqué de la importancia de las estructuras de Dyson; consiguen producir mayor capacidad de abastecimiento y logran un propósito de capturar energía para mayor producción. También generan una transición estelar a una que permita movilizarse entre galaxias, estableciendo centros de distribución en cada parta del universo. Aunque la pregunta es ¿cómo hacen una red logística de abastecimiento a nivel universal? la respuesta es: agujeros de gusano.

## **A. Agujeros de gusano: la clave de la logística de abastecimiento**

Es fundamental entender que nuestro universo como lo exponen Sagan y Shklovski [25] “está poblado de planetas, estrellas, galaxias, que se disipan en la inmensa escala del tiempo cósmico” [p. 69]. Con esto en mente especularemos que existen culturas con la posibilidad de trasladarse de un lugar a otro por medio de tecnología que les privilegia llevar a cabo la formación de estructuras y naves, desplazándolos hacia grandes recursos para poder satisfacer necesidades a nivel galáctico, llegando a los cuásares, entendiendo de una u otra forma que un cuásar “libera mucha energía” [26, p. 72] y este sería el “combustible de sus vehículos”.

Con esta liberación de energía se produciría al mismo tiempo una subsistencia para la procreación de agujeros de gusano. De esto se deduce que son “una geometría espacial múltiplemente conexas que consiste en dos ‘agujeros con boca’ separados por una distancia” [27, p. 55]. Así lo explica Hawking [28], sería “la única forma de llegar desde un lado de la galaxia a otro en un tiempo razonable” [p. 173]. Todo lo dicho hasta ahora explica por qué la capacidad de colonizar varios planetas e inventar una ingeniería logística alrededor de constelaciones. Desde luego, se trata por la capacidad de moldear el espacio tiempo y ser capaces de producir caminos cortos, entendiendo las leyes físicas avanzadas que rigen todo este vasto cúmulo de galaxias. Asimismo, desarrollando unas vías de manera galáctica que a su vez generan en cada lugar estaciones de abastecimiento para cada una de sus operatividades, algo que podríamos asimilar a nuestro comportamiento en cierto sentido a puertos, aeropuertos y terminales.

También es cierto que para viajar ciertas distancias es necesario unas naves

especializadas; posiblemente con características del objeto Oumuamua, una sonda interestelar [29]. Su propósito consiste en recorrer grandes distancias en búsqueda de planetas que contengan los recursos necesarios o en lugares de las galaxias, por ejemplo, asteroides, cometas, soles, lunas, etc., estableciendo las entradas y salidas en un espacio temporal del universo. De esta manera, se aprovechan los agujeros negros por su capacidad de ser motores gravitacionales [30], obteniendo grandes cantidades de energía para transitar libremente por todas las zonas inimaginables del gran cosmos y convirtiendo en definitiva a la civilización tipo III en una gran sociedad de la logística de abastecimiento.

## **Conclusiones**

Cada una de las civilizaciones han llevado un proceso de evolución que permite presentar un grado de nuevas técnicas de abastecimiento para generar alternativas logísticas ante la supervivencia de la sociedad. En nuestro universo siempre existen recursos y diversas formas de adquirirlos. Por consiguiente el conocimiento logra esa expansión planetaria, estelar y galáctica, admitiendo que desde formas de vida categorizadas en 0.7, hasta una civilización tipo III, coexiste una red de abastecimiento que se va propagando cada vez más con el único fin de subsanar las problemáticas implícitas en un ecosistema.

Tal vez nuestra crisis de recursos renovables puede encaminar unos avances a nivel orbital para poder seguir consiguiendo aquellos que condesciendan en ese progreso de automatización de cadenas logísticas a nivel planetario. Claro está, primero debe existir una unificación global interna para saciar necesidades que alrededor del mundo todavía registramos. Eso nos hace pensar que nos falta aún mucho desarrollo con el intento de conseguir una escala global de transacciones de materias pri-

mas y demás elementos con la finalidad de hallar unificaciones que se logren aplicar a un modelo colaborativo, así como encaminarse a una civilización que busca una excelencia integral en todos sus vínculos de suministro y no fallar en el intento de seguir progresando para alcanzar una escala de civilización tipo I.

Cabe concluir que todas las civilizaciones de una u otra forma han tenido obstáculos para poder desenvolverse en la ingeniería logística de su hábitat. Por ende, su desarrollo está enmarcado en abordar las situaciones de abastecimiento, logrando por ejemplo rutas de transporte óptimas que disminuyen el tiempo de transferir recursos de un lugar a otro. En nuestro caso tenemos vías que conectan ciudades mediante aeropuertos que permiten movilizar aviones y puertos que logran estructuras para poder desembarcar mercancía. Sin embargo, debemos comprender que todavía nos enfrentamos a nuevos desafíos, como es el caso de encontrar la forma de manipular nuestro sol para tener control de energía ilimitada que conllevará a desplegar una red de transporte con un funcionamiento que no afecte nuestro entorno y alcanzarlo nos reubicará a conquistar el universo de manera galáctica.

## Referencias

- [1] L. Mora, *Diccionario de Supply Chain Management*, Bogotá: ECOE Ediciones, 2016.
- [2] R. Cal y J. Cárdenas, *Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones*, 9ª ed., Bogotá: Alfaomega, 2018.
- [3] I. Ragás, *Centros logísticos. Planificación, promoción y gestión de los centros de actividades logísticas*, 2ª ed., México: Alfaomega Marge Books, 2014.
- [4] N. Vidal Tejedor, *La Smart City: las ciudades inteligentes del futuro*, Cataluña, España: Editorial UOC, 2015.
- [5] O. Cairó, *El hombre artificial. El futuro de la tecnología*, México: Alfaomega, 2011.
- [6] M. Rees, *En el futuro: Perspectivas para la humanidad*, Barcelona: Editorial Crítica, 2019.
- [7] R. H. Ballou, *Logística: administración de la cadena de suministro*, 5ª ed., México: Pearson, 2004.
- [8] N. Kardashev, (Septiembre de 1964). American Institute of Physics. Obtenido de American Institute of Physics: <chrome-extension://efaid-nbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://adsabs.harvard.edu/pdf/1964SvA.....8..217K>
- [9] M. Kaku, *La física del futuro. Cómo la ciencia determinará el destino de la humanidad y nuestra vida cotidiana en el siglo XXI*, México: Debolsillo, 2014.
- [10] M. Kaku, *El futuro de la humanidad*, Madrid: Debate, 2019.
- [11] C. Valverde Ramírez y Y. Valverde Romero, "Teoría de la energía sísmica", *Aporte Santiaguino*, vol. 13, n.º 1, 2020.
- [12] K. Gkoumas, "Academic Research: A Systematic Review and a Taxonomy of Issues", *Appl. Sci.*, vol. 11, n.º 13, 2021. DOI [10.3390/app11135951](https://doi.org/10.3390/app11135951)
- [13] P. Iturra. (2019, sept. 26). "La inteligencia artificial a bordo ¿amenaza a los capitanes mercantes?" [Internet]. Disponible en <https://revistamarina.cl/es/articulo/la-inteligencia-artificial-a-bordo-amenaza-a-los-capitanes-mercantes>
- [14] A. Lewis et al., "Chapter 6 – Ocean Energy", en O. Edenhofer et al., eds., *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, Cambridge: Cambridge University Press, 2011. DOI [10.1017/CBO9781139151153.010](https://doi.org/10.1017/CBO9781139151153.010)
- [15] L. Arias et al., "Carga aérea en el futuro; el Airlander 10 y el Aeroscraft", *Punto de Vista*, vol. 10, n.º 15, 2019. DOI [10.15765/pdv.v10i15.1222](https://doi.org/10.15765/pdv.v10i15.1222)

- [16] H. Pérez Montiel, *Física general*, México D.F.: Grupo Editorial Patria, 2016.
- [17] R. Gray, "The Extended Kardashev Scale", *The Astronomical Journal*, vol. 159, n.º 5, 2020. DOI [10.3847/1538-3881/ab792b](https://doi.org/10.3847/1538-3881/ab792b)
- [18] J. Wright, "Dyson Spheres", *Serbian Astronomical Journal*, n.º 200, 2020. DOI [10.2298/SAJ2000001W](https://doi.org/10.2298/SAJ2000001W)
- [19] J. W. Kane y M. Sternheim, *Física*, 2a ed., Barcelona: Editorial Reverté, 2016.
- [20] D. Saldarriaga, "Diseño, optimización y gerencia de Centros de Distribución... Almacenar menos, distribuir más", *Zonolística*, 2016.
- [21] M. Rozenberg, *La física y la edad de la información*, Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 2006.
- [22] J. Peimbert, *Fronteras del universo*, México: FCE, 2017.
- [23] R. Iglesias, *La ruta hacia el hombre cósmico*, Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional, 2009.
- [24] V. Ivanov, J. Beamín, C. Cáceres, C. & D. Minniti, "A Qualitative Classification of Extraterrestrial Civilizations", *Astronomy and Astrophysics*, vol. 639, 2020. DOI [10.1051/0004-6361/202037597](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202037597)
- [25] C. Sagan y I. Shklovski, *Vida inteligente en el universo*, Barcelona: Editorial Reverté, 1985.
- [26] R. Alemañ, *El universo en el III milenio*, Madrid: Equipo Sirius, 2000.
- [27] A. De la Cruz, "¿Agujeros de gusano y viajes en el tiempo? No es probable", *Futuro Hoy*, vol. 2, n.º 3, 2021. DOI [10.52749/fh.v2i3.10](https://doi.org/10.52749/fh.v2i3.10)
- [28] S. Hawking, *Breve respuestas a las grandes preguntas*, Barcelona: Editorial Crítica, 2018.
- [29] G. Harp, J. Richards, P. Jenniskens, S. Shostak, & J. Tarter, "Radio SETI observations of the interstellar object 'OUMUAMUA'", *Acta Astronautica*, vol. 155, 2019. DOI [10.1016/j.actaastro.2018.10.046](https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.10.046)
- [30] J. Fernández Barbón, *Los agujeros negros*, Madrid: Editorial CSIC, 2015.