

<https://artnodes.uoc.edu>

## ARTÍCULO

## NODO «POSIBLES»

# Ecologías de la saturación. Investigación artística: *Space Debris* :: *Constelaciones de desechos*

Esther Pizarro

Universidad Europea de Madrid

Fecha de presentación: julio 2022

Fecha de aceptación: diciembre de 2022

Fecha de publicación: enero de 2023

## Cita recomendada

Pizarro, Esther. 2023. «Ecologías de la saturación. Investigación artística: *Space Debris* :: *Constelaciones de desechos*». En: Pau Alsina y Andrés Burbano (coords.). «Posibles». *Artnodes*, no. 31. UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa]. <https://doi.org/10.7238/artnodes.v0i31.402822>



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

## Resumen

El lanzamiento del Sputnik en 1957, el primer satélite de la humanidad, inauguró una nueva era en la conquista del espacio exterior; pero también marcó el inicio de un nuevo tipo de contaminación invisible a nuestros ojos, la contaminación espacial. Desde entonces, nuestro planeta se ha rodeado de numerosos satélites encargados de estudiar nuestro clima, predecir catástrofes, ayudarnos a responder preguntas científicas importantes para la evolución humana y mantenernos continuamente conectados y vigilados. La vida útil de estos satélites se ve amenazada por la saturación de objetos que rodean la Tierra. Los choques accidentales entre objetos que orbitan el espacio exterior pueden producir nubes de desechos que se mueven a gran velocidad, con el consiguiente riesgo de colisión para futuras misiones espaciales. Cuanto mayor es la conectividad planetaria, más aumenta la contaminación espacial. Este escenario de saturación nos conecta con premisas conceptuales, como el ambiente artificial, la ecología sin naturaleza o el hiperobjeto; puntos de anclaje de diversos autores relacionados con el Antropoceno, que serán examinados en este texto, y que servirán de pilar teórico para la propuesta artística que presentamos.

La investigación artística que lleva por título, *Space Debris* :: *Constelaciones de desechos*, analiza y evidencia el enorme enjambre de basura espacial que gira alrededor de la Tierra en sus cuatro órbitas principales. Basándose en datos extraídos de fuentes científicas, identifica las principales once

potencias responsables de la acumulación exponencial de desechos espaciales, clasifica y categoriza los datos, y visibiliza cómo se distribuye toda esta constelación de desechos espaciales en el cosmos mediante una instalación escultórica inmersiva e interactiva.

### Palabras clave

contaminación espacial; arte medioambiental; visualización de datos; conectividad; arte-ciencia-tecnología

## *Ecologies of saturation. Artistic research: Space Debris :: Waste Constellations*

### Abstract

*The 1957 launch of Sputnik, humanity's first satellite, inaugurated a new era in the conquest of outer space, but it also marked the beginning of a new type of pollution invisible to our eyes: space pollution. Since then, our planet has been surrounded by numerous satellites tasked with studying our climate, predicting catastrophes, helping us answer important scientific questions for human evolution and keeping us continuously connected and monitored. The useful life of these satellites is threatened by the saturation of objects surrounding the Earth. Accidental collisions between objects orbiting in outer space can produce clouds of debris moving at high speed, posing a collision risk to future space missions. The greater the planetary connectivity, the more space pollution increases. This saturation scenario connects us with conceptual premises, such as artificial environment, ecology without nature, or hyperobject: anchor points from various authors related to the Anthropocene, which will be examined in this text and which will serve as a theoretical pillar for the artistic proposal that we present.*

*The artistic research, entitled Space Space Debris :: Waste Constellations, analyses and evidences the enormous swarm of space debris revolving around the Earth in its four main orbits. Based on data extracted from scientific sources, it identifies the top eleven powers responsible for the exponential accumulation of space debris, classifies and categorizes the data, and makes visible how all this constellation of space debris is distributed in the Cosmos through an immersive and interactive sculptural installation.*

### Keywords

*space debris; environmental art; data visualization; connectivity; art-science-technology; artistic installations*

## Introducción

El enorme consumismo que se deriva de una sociedad globalizada, donde comprar y desechar se produce de forma casi simultánea, se ha vuelto una costumbre habitual que cada vez se está haciendo más insostenible. La basura, técnicamente denominada *residuos sólidos* (RS), no debería ser un problema si se separara y reutilizara adecuadamente. Los RS suponen un gran dilema para nuestro entorno, ya que se acumulan en laderas de bosques, ríos y océanos (todos tenemos presente la enorme isla de plástico que flota en el Pacífico, entre Hawái y California). Además de esta contaminación terrestre, física y visible, hay que añadir la contaminación del agua, que se ve agravada por el vertido de desechos humanos, domésticos, industriales y químicos, lo que causa un gran impacto ambiental en este medio. Adicionalmente, es inevitable mencionar otro tipo de contaminación, la del aire. El aumento de CO<sub>2</sub>, así como de otros contaminantes atmosféricos, ha contribuido

a la ruptura de la capa de ozono, al aumento del efecto invernadero y al –ya irreversible– cambio climático derivado del calentamiento global.

Sin embargo, ni la tierra, ni el agua, ni el aire son los únicos medios básicos para la existencia humana que se ven comprometidos y en clara alerta medioambiental. Tendríamos que añadir a esta lista de alertas medioambientales otra más, y no por ello menos alarmante, la contaminación espacial o cósmica. Este tipo de contaminación aún nos parece muy lejana y con apenas impacto en nuestras vidas; aparentemente no forma parte de nuestras rutinas diarias, ya que no es visible a nuestros ojos.

¿Qué pasaría si un día nos levantamos y no tenemos internet en nuestros móviles? ¿Y si los especialistas no fueran capaces de predecir el tiempo atmosférico? ¿Qué ocurriría si nuestro GPS no pudiera darnos ubicación o ruta en tiempo real? Estos son tan solo algunos ejemplos que muestran la dependencia que nuestra sociedad, altamente tecnológica y globalizada e inmersa en una nueva era geológica, tiene

de los más de 6.800 satélites activos que hay en el espacio exterior.<sup>1</sup> A mayor conectividad planetaria, mayor cantidad de satélites y, como consecuencia, mayor incremento de contaminación espacial.

## 1. Marco conceptual: trazando un mapa del ambiente artificial

Nos encontramos expuestos a un ejercicio constante de ambientes contaminados y contaminantes que evidencian la irreversibilidad climática que está sufriendo nuestro planeta en pleno Antropoceno. El ser humano, en su incansable escala hacia un ambiente artificial, está produciendo una saturación de desechos, de artefactos inservibles, de materiales no degradables; cuyos efectos son ya más que evidentes en el cambio climático y en el impacto medioambiental que se está produciendo.

### 1.1. Experiencias de lo artificial

El sociólogo y diseñador Ezio Manzini, en su ensayo titulado *Artefactos. Hacia una nueva ecología del ambiente artificial*, nos anunciaba, ya en los noventa, lo que él denomina «las experiencias de lo artificial». Su argumento es que el ambiente artificial tiene una estructura geológica donde lo nuevo modifica lo existente.

«El ambiente artificial, al igual que el natural, tiene una estructura geológica. Cada fase histórica sedimenta sus productos, fruto de sus técnicas, de sus formas de organización social, de sus sistemas de consumo, de su cultura. Algo desaparece, otras cosas permanecen y se convierten en sustrato para sedimentos sucesivos» (Manzini 1990, 25).

A este ambiente artificial, Manzini atribuye una serie de características. Además de la ya mencionada estructura geológica, se añade una discontinuidad del espacio, donde nuestros itinerarios perceptivos atraviesan un espacio estratificado en función de la velocidad del medio técnico empleado; por lo que surgen lugares geoméricamente discontinuos por nuestra experiencia perceptiva. Otra de las singularidades de este ambiente artificial es la aceleración del tiempo, donde la velocidad de los nuevos sistemas tecnológicos nos introduce en un mundo que ha perdido peso y estabilidad, y que se ha vuelto fluido, ligero e inconsistente. Estamos expuestos a una superficialización del objeto en un mundo que parece perder profundidad y donde «el espesor físico y cultural de las cosas disminuye, todo parece tender a lo bidimensional de las superficies y de los mensajes que estas puedan soportar» (Manzini 1990, 33) y donde su materialidad es pura información.

Nuestro mundo, según Manzini y otros autores como Zygmunt Bauman (*Modernidad líquida*, 1999), se ha vuelto fluido, complejo y fragmentario, y lo percibimos como una representación multimedial, como

una sucesión de escenas interactivas. Los objetos son nodos de una red de relaciones, donde lo artificial tiende a ser un *continuum* de superficies interactivas. Nuestra experiencia de lo real está cada vez más desmaterializada. El mundo se aplana sobre superficies tecnológicas (móviles, ordenadores, tabletas, etc.); pero, paradójicamente, cada vez se encuentra más saturado de desechos. Apoyándose en la teoría *high tech-high touch* (alta tecnología-alta sensorialidad), de John Naisbitt (1999), Manzini postula el concepto de «alta saturación»: «Entre la desmaterialización de la alta tecnología y la búsqueda de la materialidad de la alta sensorialidad, existe una materialidad no deseada debida a la densidad de cosas, personas y desechos» (Manzini 1990, 39). Nos interesa especialmente destacar la cualidad de saturación que Manzini atribuye a los ambientes artificiales, ya que constituirá un pilar conceptual para la investigación artística en la que se sustenta esta reflexión teórica.

Para comprender la problemática de la contaminación de desechos no solo en el espacio terrestre, sino también en el espacio exterior, es importante reflexionar sobre la percepción del límite. La Tierra no es un trastero, un rincón donde almacenar, tirar o guardar aquello que ya no nos es útil, que no queremos ver; al igual que los océanos tampoco son aquel pliegue fluido donde esconder la ingente cantidad de plásticos vertidos al mar.

«Cuando la cámara de un satélite se volvió por primera vez hacia la tierra con la distancia suficiente para mostrarla como una pequeña bola suspendida en un gran vacío negro e inhóspito, todo el mundo percibía inmediata y directamente la existencia del límite, el hecho de que en nuestro horizonte temporal ya no existen nuevas fronteras, de que esta pequeña esfera es nuestra única casa» (Manzini 1990, 40).

Debemos hacer el esfuerzo de efectuar un cambio de escala, pero en lugar de ir hacia niveles dimensionales más pequeños, apuntemos a otro mucho más grande e incommensurable, como es el espacio exterior o cósmico; solo así podremos atisbar la problemática de la contaminación espacial. Los recursos de nuestro planeta no son ilimitados, debemos ser conscientes del límite de la humanidad para actuar frente a las emergencias ambientales, las crisis de recursos y los escenarios de saturación. Es necesario formular nuevas escalas dimensionales donde poder trazar un mapa del ambiente artificial. La tecnociencia ha elevado su capacidad de manipulación a escalas dimensionales que no son las de nuestra experiencia directa.

«La generalizada aceleración de los ciclos de vida de los productos implica un empleo de recursos, una acumulación de desechos, un impacto ambiental que el Planeta muestra no poder soportar. De alguna manera deberá interrumpirse la tendencia al creciente carácter efímero del ambiente artificial» (Manzini 1990, 195).

### 1.2. Un nuevo tiempo geológico

Si reflexionamos sobre el impacto que la huella del hombre está dejando sobre la corteza terrestre, no podemos dejar de referirnos a las

1. Datos actualizados a fecha 10 de mayo de 2022, según la European Space Agency (ESA). Para más información véase: [https://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Safety/Space\\_Debris/Space\\_debris\\_by\\_the\\_numbers](https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers)

diversas teorías que alimentan el Antropoceno como un nuevo tiempo geológico, que sucede o reemplaza al denominado Holoceno, la época actual del periodo Cuaternario en la historia terrestre. El término, introducido por el geólogo italiano Antonio Stoppani en 1873, y popularizado en el año 2000 por el Premio Nobel de Química, Paul Crutzen, plantea como hipótesis una nueva geología de la humanidad; donde los seres humanos se habrían convertido en una fuerza geológica muy poderosa que está produciendo un impacto global sobre los ecosistemas terrestres, debido al desarrollo de las actividades humanas, y donde el hombre sería el responsable del estado de degradación de la Tierra.

El incremento de la temperatura del planeta, como resultado de la acumulación de gases con efecto invernadero en la atmósfera, derivado de la quema de combustibles fósiles, de la disminución de masa arbórea y de los incendios forestales, está generando una gran pérdida de biodiversidad. Crutzen sostiene que los efectos de las actividades de los seres humanos han escalado a niveles planetarios y se han convertido en una fuerza global, siendo la actividad humana una causa dominante en el calentamiento global.<sup>2</sup> Los especialistas no se ponen de acuerdo en el inicio de esta nueva era geológica, aunque la gran mayoría señala el principio de la industrialización —en concreto, la máquina de vapor de Watt, a finales del siglo XVIII— como punto de partida de esta nueva era.

El Antropoceno, además de ser examinado como concepto geológico, también está siendo discutido como concepto cultural (Trischler 2017). Blanca de la Torre, junto con otros autores, considera que el término *Antropoceno* debería eliminarse del vocabulario mediático y propone denominaciones como: *Capitaloceno* (Malm, Moore y Haraway); *Euroceno* o *Technoceno* (Sloterdijk; Torre 2018, 15). Aunque no podemos profundizar en todos los matices del término, sí que nos interesa destacar su actualidad, ya que está siendo objeto de numerosos estudios por especialistas de diversas áreas de conocimiento.

### 1.3. Hiperobjetos

Por su parte, el filósofo Timothy Morton plantea una ecología sin naturaleza (Morton 2016, 40), derivada de la crisis ecológica del Antropoceno. En su ensayo *Ecology without Nature*, se refiere a la naturaleza como un concepto con un significante flotante. Argumenta que el contenido de este concepto se expresa a través de una variedad de términos; donde la naturaleza, entendida como metáfora, permanece vacía. Su significado solo puede ser extraído de referencias metonímicas a otros significantes más ordinarios como río, montaña, cielo, etc. Por otro lado, la naturaleza posee un poder normativo, inscrito e invocado, como principio de organización trascendental y universal. Por último, según el filósofo, la naturaleza acoge una pluralidad de fantasías y deseos, como el de naturaleza sostenible, donde proyectamos nuestros anhe-

los y miedos del mundo simbólico en el cual moramos, y nos propone pensar la ecología sin la naturaleza.

Morton parte del legado del movimiento filosófico promovido por Harman en 1999, la ontología orientada a objetos (OOO), para introducir el concepto de hiperobjeto. La OOO es una teoría filosófica que postula que los objetos existen independientemente de la percepción humana, cuestionando así el papel antropocentrista dentro de la filosofía tradicional. Según Morton, un hiperobjeto designaría a aquellos objetos tan extensos en el tiempo y en el espacio que son imposibles de señalar o detectar directamente. Ejemplos de estos hiperobjetos serían la biosfera, el sistema solar, o la vía láctea; pero también el calentamiento global o la pobreza.

Los hiperobjetos, según la tesis de Morton (2013), poseen una serie de características: son viscosos, es decir, se pegan a las cosas con las que se relacionan; inundan los discursos y muchas veces no son fáciles de definir; son no locales, es decir, ninguna manifestación local es directamente la totalidad del hiperobjeto, sino tal vez una faceta, una muestra de este. Además, los hiperobjetos generalmente no son visibles; por ejemplo, el calentamiento global o la radiación no lo son, o en todo caso, si vemos algo, es solo una parte del hiperobjeto. Poseen ondulaciones temporales, lo que significa que no tienen una temporalidad sujeta a la escala humana (que es a la que estamos acostumbrados), sino que se articulan sobre la base de variaciones temporales. Si examináramos la evolución de las especies bajo el prisma del hiperobjeto, necesitaríamos largas escalas de tiempo para poder llegar a ver su variación o movimiento. En definitiva, los hiperobjetos constituyen colecciones, ensamblajes, metáforas o narraciones de otros objetos o semiobjetos. Se articulan como resultado de la imaginación humana. Son estrategias para entender objetos complejos, de difícil comprensión.

### 1.4. Un escenario entre el desastre y el colapso

A pesar del rechazo de algunos autores al concepto de *naturaleza*, tal y como hemos argumentado en las líneas precedentes, es indiscutible que muchos ecosistemas del mundo afrontan serios problemas ecológicos y una grave degradación ambiental. Son muchas las voces científicas, técnicas, filosóficas, culturales o ciudadanas que reclaman acciones urgentes e inmediatas para evitar un posible colapso ecológico. El agotamiento de los recursos, el cambio climático, la degradación ambiental, la saturación de desechos y, probablemente en un futuro no muy lejano, la contaminación espacial marcarán la hoja de ruta de las dinámicas socioecológicas. Si queremos conservar nuestra civilización tal y como la conocemos, es necesario actuar para apartarnos de lo que muchos autores anuncian ya como una nueva ecología entre el desastre y el colapso.

2. Para más información véase: Equihua, M.; Hernández A.; Pérez, O.; Benítez, G. e Ibáñez, S. «Cambio global: el Antropoceno». *Ciencia Ergo Sum*, vol. 23, no. 1, (2016, marzo-junio): 67-75.

Basándonos en la línea argumental de Timothy Morton, pretendemos razonar que la contaminación espacial se podría llegar a explicar como un hiperobjeto, siendo esta tesis uno de los pilares conceptuales de la investigación artística. Desde un punto de vista ecológico, la contaminación espacial sería un componente, una colección de ensamblajes que combinaría: datos científicos (catálogo de escombros espaciales monitorizado por la *National Aeronautics & Space Administration*, NASA); discursos políticos (responsabilidad por parte de cada país de la retirada de satélites una vez que finalizan su vida útil, *Mitigation guidelines*); y una narrativa próxima al colapso de la órbita más cercana a la Tierra, *Low Earth Orbit* (LEO), con el consiguiente riesgo de colisión de satélites activos o de otras misiones espaciales, incluso de la reentrada a la atmósfera y su caída en alguna parte de la corteza terrestre.

La contaminación espacial se argumenta en este proyecto de investigación artística como un ensamblaje complejo, rizomático e interconectado; compuesto de datos, narraciones, metáforas y dislocaciones espaciotemporales; posibilitado por nuestra imaginación y el lenguaje disruptivo del arte, que visibiliza una problemática invisible y distante en las coordenadas espaciotemporales que rigen la escala humana. Bajo estas premisas, podríamos plantear la hipótesis de que la contaminación espacial, conocida también como *space debris*, sería un hiperobjeto, tal y como argumenta Morton en su extensa y a la vez compleja bibliografía sobre el tema. Adicionalmente, nos atreveríamos a añadir que los conceptos tratados en las líneas precedentes –*alta saturación* (Manzini) y *Antropoceno* (Crutzen)– constituyen un eje pivotante sobre el que construir nuestra matriz conceptual, en un intento de comprender una problemática, la contaminación espacial, inicialmente invisible a nuestros ojos y lejana a nuestras coordenadas espaciotemporales; pero amenazante y real, que podría llegar a afectar a nuestro día a día, en un futuro no muy lejano, en forma de cascada de acontecimientos concatenados.

## 2. Marco narrativo: contaminación espacial

Nuestro planeta está rodeado de una densa malla de basura espacial inservible e imposible de visualizar desde la Tierra. El ser humano ha ejercido una gran influencia en la conquista de nuevos espacios, pero también en las consecuencias que ello conlleva; uno de estos efectos es la contaminación espacial. Ser un planeta globalizado y continuamente conectado también tiene un precio, que hasta ahora no estamos siendo capaces de gestionar. Al reflexionar sobre esta problemática, nos surgen una serie de interrogantes: ¿Qué es la contaminación espacial? ¿Cuál es el origen y el inicio de este tipo de contaminación? ¿Cómo entender y visualizar las constelaciones de desechos satelitales? ¿Qué impacto puede tener este tipo de contaminación sobre la vida en nuestro planeta? ¿Es posible frenar el crecimiento exponencial de basura espacial que está saturando las órbitas más próximas a la atmósfera? ¿Cómo eliminar la ingente cantidad de desechos espaciales

que se están generando en los últimos años? ¿Se podría hablar de un reciclaje espacial, de una nueva vida de estos satélites inactivos?

### 2.1. Definiendo la contaminación espacial

Bajo la denominación de *space debris* (su traducción literal al español sería «escombros espaciales») encontramos cualquier objeto artificial que se halla en las órbitas terrestres y que está en desuso (figura 1).

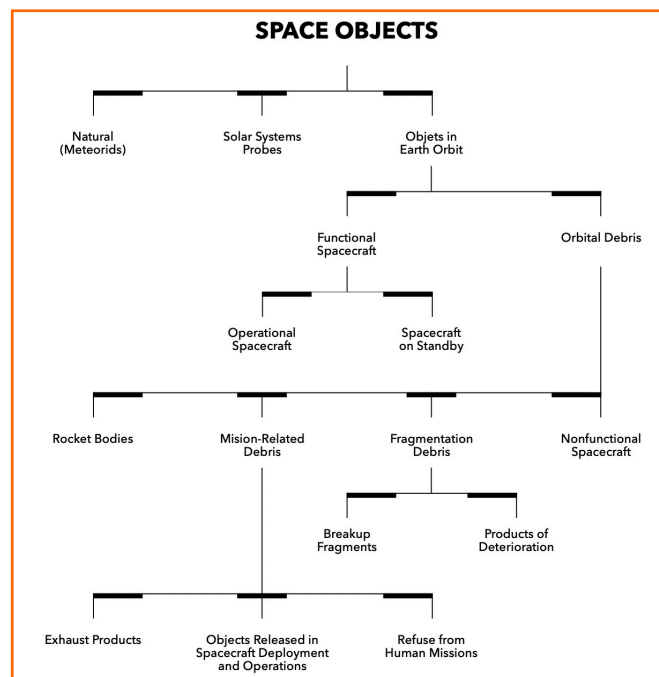


Figura 1. Clasificación de objetos en el espacio

Fuente: elaboración propia a partir de *Orbital Debris* (NASA-CR-198639)

«La definición simple de desechos espaciales afecta a cualquier objeto hecho por el hombre, en órbita y que no está en uso activo. Los escombros pueden ser naves espaciales obsoletas o inactivas, partes de satélites o vehículos de lanzamiento, o fragmentos de naves espaciales y cohetes que se han fragmentado de alguna manera. Los desechos espaciales se encuentran en todos los tamaños, desde partículas microscópicas hasta satélites no operativos y cuerpos de cohetes de decenas de metros de longitud» (Thompson 2015, 5).

La mayor parte de estos objetos responde a misiones de comunicación y de exploración espacial. Bajo tal clasificación, encontramos instrumentos hidrometeorológicos (medición del clima, comportamiento de la atmósfera, presencia de huracanes, etc.), comunicaciones satelitales o cohetes en misiones espaciales. Todos los elementos que están clasificados como basura espacial constituyen un elevado peligro para las expediciones científicas y para los satélites activos, ya que la elevada velocidad a la que circulan en las diferentes órbitas provocaría una colisión y, en gran medida, una explosión; que, a su vez, generaría nuevos desechos, que se sumarían a los ya existentes, lo que provocaría una reacción en cadena.



Tratemos de dibujar un escenario comprensible para el conocimiento humano, no científico, que nos sirva para contextualizar la presente investigación artística y su interés por un tipo de contaminación poco conocida y, quizá, de una escala tan desmesurada, que su comprensión se escapa a muchas mentes.

## 2.2. Antecedentes de la Era Espacial

Los antecedentes de la contaminación espacial se remontan a 1957, fecha que marca el comienzo de la Era Espacial, con el lanzamiento del Sputnik, el primer satélite de la humanidad. Esta fecha señala el inicio de una intensa carrera espacial que trajo consigo una tasa notable de lanzamientos de cohetes. En muy poco tiempo, el número de objetos en órbita creció dramática y exponencialmente, haciendo necesaria la creación de un catálogo espacial, encargado de registrar la actividad satelital en el espacio. Este nuevo marco de saturación en el espacio exterior llevó al establecimiento de una misión militar, con el objetivo de mantener continuamente actualizado y monitorizado un registro de todos los objetos que orbitan la Tierra (cargas útiles, cuerpos de cohetes y escombros); junto con información detallada sobre su trayectoria y punto de origen. El Catálogo Espacial está controlado por el Joint Space Operations Center (JSPOC), en la Base de la Fuerza Aérea de Vandenberg, dependiente del Comando Estratégico de los Estados Unidos. Un componente clave de esta misión es la *Space Surveillance Network* (Red de Vigilancia Espacial) (figura 2), un sistema mundial de radares terrestres que, junto con telescopios terrestres y orbitales, rastrean en tiempo real todos los objetos catalogados con el fin de evitar colisiones con satélites en activo.



Figura 2. Red de Vigilancia Espacial Mundial

Fuente: *Crosslink. The Aerospace Corporation magazine of advances in aerospace technology*, vol. 16, no. 1. (Fall 2015): 23

## 2.3. Cartografiando datos

Desde el lanzamiento del primer satélite a finales de los años cincuenta, la basura espacial ha crecido exponencialmente y se ha multiplicado un 94 % (Stansbery 2021). Según el informe de la Oficina del Programa de Restos Orbitales, de la NASA,<sup>3</sup> se estima que existen cerca de 18.000 escombros de satélites y cohetes orbitando nuestro planeta y más de 9.900 toneladas de chatarra satelital. El 70 % de los desperdicios se aloja en una franja de espacio que se extiende entre los 200 y los 2.000 kilómetros de altura, en la órbita llamada LEO, órbita baja que rodea la Tierra, y donde se ubican los satélites que mapean el planeta para la observación y estudio de este. En esta órbita, los fragmentos se mueven a velocidades entre 7 y 8 kilómetros por segundo, con el consiguiente riesgo de colisión con satélites activos. Entre 50 y 100 toneladas anuales de desechos espaciales caen a la Tierra, según información de la agencia espacial.

Si consultamos la *European Space Agency* (ESA), en concreto su *Space Debris Office* (Oficina de Desechos Espaciales), esta especifica que desde que comenzó la Era Espacial en 1957, se han producido cerca de 6.200 lanzamientos (excluyendo los fracasos), 13.100 satélites han sido posicionados en el espacio exterior, 8.410 aún se encuentran orbitando, 6.800 todavía están en funcionamiento, y 31.670 objetos de basura espacial están catalogados por las *Space Surveillance Networks* (Redes de Vigilancia Espacial). Estos son solo algunos de los abrumadores datos que podemos encontrar en fuentes oficiales.<sup>4</sup>

La basura espacial se ha convertido en una preocupación cada vez mayor en estos últimos años, puesto que las colisiones a velocidades orbitales pueden ser altamente perjudiciales para el funcionamiento de los satélites y pueden también producir aún más basura espacial en un proceso llamado síndrome de Kessler. Desde el lanzamiento del primer satélite en los años sesenta, el crecimiento exponencial de restos espaciales se ha multiplicado en un 94 %.<sup>5</sup> En un efecto dominó, el síndrome de Kessler o cascada de ablación es un escenario propuesto por el consultor de la NASA Donald J. Kessler, en el cual el volumen de basura espacial en órbita baja terrestre (también denominada LEO) sería tan alto que los objetos en órbita serían impactados con frecuencia por la basura, lo que crearía aún más basura y un mayor riesgo de otros impactos sobre otros objetos. Mientras que el número de satélites en órbita crece y los viejos satélites se acumulan, el riesgo de este escenario de colisiones en cascada de Kessler se hace mayor, hasta el punto de que podría llegar a dejar las órbitas inutilizadas.

3. Para más información véase: <https://www.orbitaldebris.jsc.nasa.gov>

4. La última actualización que figura en la página oficial de la ESA corresponde al 10 de mayo de 2022. Datos extraídos de [https://www.esa.int/Space\\_Safety/Space\\_Debris/Space\\_debris\\_by\\_the\\_numbers](https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers)

5. Para más información, véase <https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/OrbitalDebrisProgramOffice.pdf>

## 2.4. Cartografiando órbitas

Según la diferente altura orbital, se distinguen cuatro órbitas que albergan los distintos satélites en función de su aplicación (exploración, comunicaciones, navegación, observación), constituyendo lo que se denomina constelación satelital de la Tierra (figura 3). Estas órbitas son:

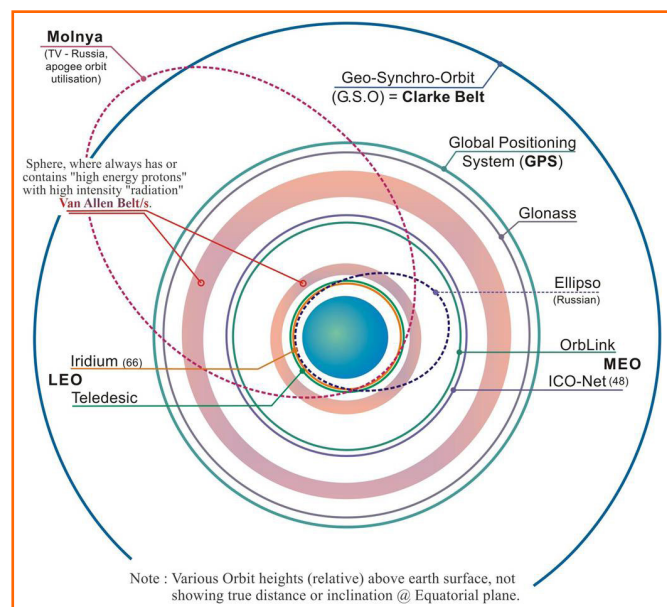


Figura 3. Órbitas satelitales

Fuente: <http://curioseantes.blogspot.com/2015/10/leo-meo-geo-heo-y-ss0.html>

**1) Low Earth Orbit (LEO)**, también denominada Órbita Baja. Tiene un tiempo orbital de 90 minutos y se sitúa en una franja de altitud hasta 2.000 km. Esta órbita alberga el 70 % de los desechos espaciales. Su velocidad es alta, puede alcanzar los 7 km/s. Los tiempos de visibilidad son reducidos y discontinuos desde una estación. Entre las misiones que se llevan a cabo en esta órbita mediante satélites se encuentran: la experimentación científica, la observación astronómica, la observación terrestre, las comunicaciones y las órbitas de aparcamiento. Se realizan continuos eclipses y destaca su facilidad de puesta en órbita, por lo que es la más poblada, y por lo tanto, la más contaminada. Constituye un verdadero vertedero espacial.

**2) Medium Earth Orbit (MEO)**, denominada Órbita Intermedia. Posee un tiempo orbital de 6 horas y su altitud se encuentra entre los 2.000 y 36.000 km. Esta órbita tiene mayor visibilidad que LEO y los satélites se mueven en una velocidad que oscila entre los 3 y 7 Km/s. Tiene una mayor dificultad de puesta en órbita que la LEO, ya que requiere de un mayor número de maniobras propulsivas. Entre sus misiones destacan: las constelaciones de navegación satelital (GPS, Glonass, Galileo) y algunos satélites de comunicación comerciales y militares. Posee las ventajas de tener una cobertura global, menores pérdidas que GEO y

retardos medios. Sus inconvenientes son la gran constelación de satélites, una señal variable, la visibilidad breve y la basura espacial.

**3) High Earth Orbit (HEO)**, conocida como Órbita Alta. Su tiempo orbital se encuentra en 12 horas, y su altitud se ubica a partir de los 36.000 km. Se utiliza para la ubicación de satélites científicos, como observatorios astronómicos (TESS). Entre sus ventajas está la cobertura de zonas polares, un mayor ángulo de elevación y que no requiere satélite de reserva. Sin embargo, presenta mayores retrasos de comunicación, los enlaces son más débiles y alcanzarlas requiere mayor energía.

**4) Geostationary Earth Orbit (GEO)**, llamada Órbita Geoestacionaria. Dispone de un tiempo orbital de 24 horas, y se posiciona en una altitud de 35.786 km.<sup>6</sup> Sus servicios se centran en la radiodifusión y enlaces de contribución, comunicación de flotas, comunicación de móviles, meteorología (Meteosat), redes VISAT, etc. Entre sus ventajas está su tecnología desarrollada, la cobertura de zonas pobladas, la buena visibilidad, las interferencias predecibles y una puesta en órbita conocida. Como inconvenientes nos encontramos que no cubre zonas polares, que hay pérdidas de enlace, un alto coste de lanzamiento, un bajo ángulo de visión y la basura espacial.

La distribución espacial de las cuatro órbitas terrestres servirá de punto de partida para la formalización del proyecto instalativo que examinaremos a continuación.

## 3. Marco artístico: *Space Debris :: Constelaciones de desechos*

En un ejercicio de reflexión sobre la problemática propuesta y apoyándose en las premisas conceptuales de las líneas precedentes, el proyecto *Space Debris :: Constelaciones de desechos* pretende: dar visibilidad a una emergencia medioambiental, acercar al espectador una escala pocas veces considerada, la escala cósmica, y reconsiderar el tributo que supone una sociedad multiconectada.

La propuesta genera una visualización tridimensional e instalativa, que evidencia el incremento notable de contaminación espacial que está originando la conectividad de la sociedad actual, y que se sustenta en datos recabados de fuentes abiertas y oficiales que el internet 2.0 y los avances tecnológicos aportan hoy en día al usuario multiconectado. En un ejercicio geopolítico, identifica las potencias responsables de la acumulación exponencial de desechos espaciales, clasifica y categoriza datos, y muestra cómo está distribuida en el cosmos toda esta constelación de desechos espaciales que gira alrededor de la Tierra en sus cuatro órbitas principales. Un tipo de contaminación, invisible a nuestros ojos, pero real y amenazadora.

*Space Debris :: Constelaciones de desechos* se estructura en torno a dos ejes. El primero, el conceptual, revela los datos recogidos de fuentes científicas y produce gráficos que tratan de aclarar la com-

6. Datos extraídos de <https://www.uwa.edu.au/study/-/media/Faculties/Science/Docs/Satellites.pdf>

prensión de la información analizada (figura 4). En la investigación se han identificado las principales once potencias responsables del mayor impacto en la producción de basura espacial. Los países analizados y su porcentaje de contaminación espacial en el espacio exterior generan el siguiente ranking: Estados Unidos (35 %), Rusia (33 %), China (20 %), Francia (3 %), Japón (1,4 %), India (1,2 %), Agencia Espacial Europea (1,1 %), Reino Unido (0,6 %), Alemania (0,3 %), Canadá (0,3 %) y España (0,1 %). Cada potencia ha sido clasificada en función de las cuatro órbitas terrestres, LEO, MEO, GEO y HEO; y en torno a las tres categorías principales de desechos espaciales: *debris*, *rocket body* y *payload*.

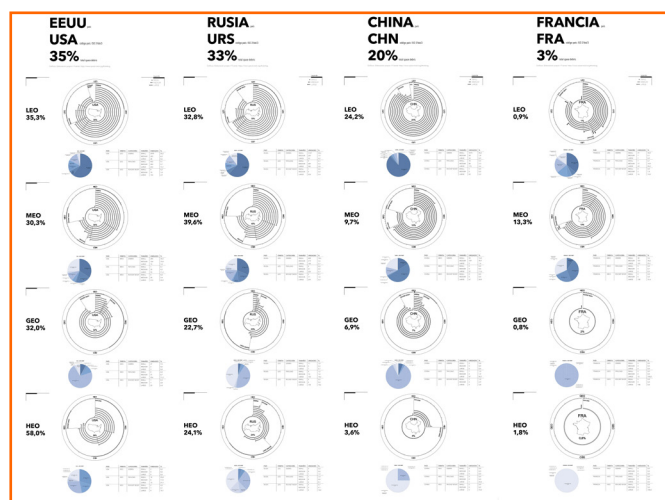


Figura 4. Visualización de datos derivados de la investigación *Space Debris :: Constelaciones de desechos*. Porcentajes de basura espacial por país, órbita y categoría.

Fuente: elaboración propia

El segundo eje, y el principal, está formado por una gran instalación tridimensional interactiva que interpreta el espacio exterior y sus cuatro órbitas principales (figura 5). Una proyección de la Tierra actúa como centro, a su alrededor se distribuyen 44 dispositivos circulares tejidos con fibra óptica y activados por sensores de movimiento (figura 6).

Se ha establecido una sistematización de tamaños para cada país, en función de su porcentaje de basura espacial; a mayor incidencia de la contaminación, mayor es el diámetro de la plataforma. Los países con mayor responsabilidad, en términos de contaminación espacial, se identifican con un doble LED y un sensor ultrasónico, que interactúa con el espectador, y que activa un *video mapping* generativo en una pared de la sala (figura 7).

En su parte superior, una pantalla de siete segmentos nos muestra el país analizado, la órbita estudiada y el número de objetos catalogados en esa órbita. Esta pantalla se activa mediante un sensor de movimiento. Un punto de LED blanco frío alimenta las elipses de fibra óptica que cosen la plataforma circular. Los sensores, la pantalla y los LED están controlados por una placa Arduino. En la proyección perpendicular del dispositivo, una plataforma circular realizada en metacrilato espejado nos presenta los datos de ese país en forma de gráfico de anillo circular, mediante grabado láser. La imagen devuelta por el espejo en el reverso de la plataforma se nos muestra como una constelación cósmica de puntos de luz (extremos

de la fibra óptica); mientras que su reverso contiene todos los dispositivos tecnológicos utilizados en la instalación (figura 8).



Figuras 5, 6 y 7. *Space Debris :: Constelaciones de desechos* (vista detalle y general), Las Cigarreras, Alicante, 2021. Fuente: © fotografía y tecnología: Markus Schroll. © cortesía de la autora

El conjunto artístico introduce al espectador en un espacio inmersivo, donde luz y audio interaccionan mediante elementos tecnológicos con la fisicidad de elementos escultóricos; de esta manera recrean una escenografía que nos ayuda a entender la problemática de la contaminación espacial, los abrumadores datos sobre los que se sustenta, y la multiplicidad de escalas a las que se enfrenta el visitante (figura 9).



Figura 8. *Space Debris :: Constelaciones de desechos* (detalle), Las Cigarreras, Alicante, 2021. Fuente: © fotografía y tecnología: Markus Schroll. © cortesía de la autora



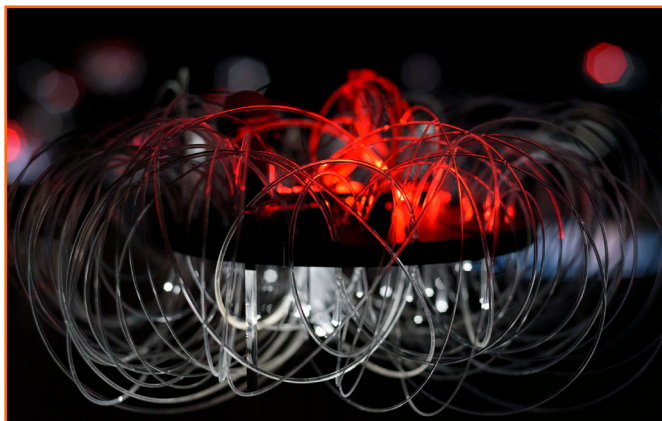


Figura 8. *Space Debris :: Constelaciones de desechos* (detalle), Las Cigarreras, Alicante, 2021. Fuente: © fotografía y tecnología: Markus Schroll. © cortesía de la autora

## Conclusión

Desde los teléfonos móviles o la televisión por satélite hasta el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), pasando por innumerables misiones científicas, astronómicas o militares; el engranaje del mundo contemporáneo, un mundo globalmente conectado y artificializado, depende inevitablemente de cómo se gestione lo que ocurre en las órbitas más cercanas a la superficie terrestre y sujetas a las leyes de la gravedad. El crecimiento exponencial del enjambre espacial que se cierne sobre nuestras cabezas, aunque no seamos capaces de verlo, está ahí. Esta amenaza debería ser objeto de razonamiento y preocupación, no solo por parte de científicos, astrónomos, políticos o militares, entre otros; sino también por parte de pensadores, artistas y sociólogos; en una etapa en la que nuestro impacto sobre la Tierra ha producido enormes transformaciones en el entorno (Antropoceno), ya que juntos formamos la gran comunidad del conocimiento humano

En un ejercicio de reflexión sobre el problema planteado, el proyecto artístico, *Space Debris :: Constelaciones de desechos*, pretende generar una visualización tridimensional e instalativa, que muestre el notable incremento de la contaminación espacial que la conectividad de la sociedad actual está generando, acercando al espectador a una escala pocas veces tratada: la cósmica. La investigación apunta a una desigual contribución, por parte de cada país, por lo que respecta a la generación de residuos espaciales; así como a los beneficios que cada potencia obtiene de la tecnología espacial. Al igual que los hiperobjetos de Morton, la problemática de la contaminación espacial se torna un concepto complejo de visualizar y de calificar.

La investigación precedente se sustenta en premisas filosóficas, sociológicas y científicas, tal y como se ha argumentado en el inicio de este artículo. Los datos, entendidos como material artístico, han sido extraídos de fuentes científicas y oficiales, que el internet 2.0 y los avances tecnológicos aportan hoy al usuario multiconectado. Se

ha empleado una metodología transversal que aúna arte, ciencia y tecnología, y que ha permitido generar una formalización concreta de una problemática compleja.

La Tierra y muchos de los espacios que la componen, entre ellos el espacio exterior, están sumidos en un conflicto ecológico que puede llegar a cortocircuitar la vida humana y no humana en un futuro no muy lejano. Si no adoptamos acciones urgentes e inmediatas para retrotraer la naturaleza a un estado de equilibrio más benigno y sostenible; este cambio será irreversible, tal y como argumentan los autores tratados. La conquista del espacio ha generado grandes avances en nuestro planeta. Ahora es el momento de actuar, de asumir responsabilidades y de evitar este crecimiento exponencial de la contaminación espacial. Proponemos una mirada, desde el pensamiento disruptivo que plantea el arte, a uno de los grandes retos del siglo XXI: cómo controlar la contaminación que producimos.

## Menciones

Proyecto realizado con el apoyo de las Ayudas para la Investigación, Creación y Producción artística en las Artes Visuales 2020 / Ministerio de Cultura y Deporte. Proyecto ganador de la Convocatoria de proyectos expositivos para Las Cigarreras, Buitblanc, 2019-20, Ayuntamiento de Alicante.

## Referencias bibliográficas

- Mazini, Ezio. *Artefactos. Hacia una nueva ecología del ambiente artificial*. Madrid: Celeste Ediciones, 1990.
- Morton, Timothy. *Hyperobjects. Philosophy and Ecology after the End of the World*. Mineápolis, Estados Unidos: University of Minnesota Press, 2013.
- Morton, Timothy. *Dark Ecology. For a Logic of Future Coexistence*. Nueva York: Columbia University Press, 2016. DOI: <https://doi.org/10.7312/mort17752>
- Swyngedouw, Erik. «¡La naturaleza no existe! La sostenibilidad como síntoma de una planificación despolitizada». *Urban*, no. 01 (2011, mayo): 41-66. <http://polired.upm.es/index.php/urban/article/view/410>
- Stansbery, Gene. *NASA's Orbital Debris Program Office*. NASA (2021). Página web. [Fecha de consulta: 24 octubre 2021]. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/OrbitalDebrisProgramOffice.pdf>
- Thompson, Roger. «A Space Debris Primer». *Crosslink. The Aerospace Corporation magazine of advances in aerospace technology*. *Understanding Space Debris*, vol. 16, no. 1 (Fall 2015): 4-7. <https://aerospace.org/sites/default/files/2019-04/Crosslink%20Fall%202015%20V16N1%20.pdf>
- Torre, Blanca de la. «A modo de complejo Paisaje de Datos». En: *Promoción del arte. [MAFD] :: Mapping Active Fire Data*. Esther Pizarro (2018): 14-19. Tabacalera La Fragua, Madrid: Ministerio de Cultura y Deporte, 2018. [https://www.promociondelarte.com/filedb/2018/6pn1\\_Per%C3%B3dico%20MAFD%20web.pdf](https://www.promociondelarte.com/filedb/2018/6pn1_Per%C3%B3dico%20MAFD%20web.pdf)

Trischler, Helmuth. «El Antropoceno, ¿un concepto geológico o cultural, o ambos?». *Desacatos*, no. 54 (mayo-agosto 2017): 40-57. DOI: <https://doi.org/10.29340/54.1739>

## Documentación del proyecto

Video documental “Esther Pizarro Studio :: Space Debris :: Waste Constellations”: <https://www.youtube.com/watch?v=n8Wi8Oal0JU>

Video institucional “Exposición en Las Cigarreras. Space Debris:: Constelaciones de desechos de Esther Pizarro”: [https://www.youtube.com/watch?v=jRpyMC1r\\_74](https://www.youtube.com/watch?v=jRpyMC1r_74)

## CV



### Esther Pizarro

Universidad Europea de Madrid

[esther.pizarro@universidadeuropea.es](mailto:esther.pizarro@universidadeuropea.es)

Artista visual, investigadora y Catedrática de la Universidad Europea, tiene reconocidos cuatro sexenios de investigación por la ANECA. Licenciada en Bellas Artes por la Universidad Complutense de Madrid, su formación se completa gracias a diferentes becas, entre las que destacan: Beca de la Fundación Pollock-Krasner de Nueva York, Beca de la Academia de España en Roma, Beca del Colegio de España en París y Beca de la Comisión Fulbright. Su trabajo artístico pivota entre la obra personal, la instalación y el arte público. Sus últimos proyectos exploran la complejidad de la sociedad contemporánea: la movilidad, la conexión entre ciudades (físicas y digitales), los sistemas urbanos policéntricos, la visualización de datos, el cambio climático o las emergencias medioambientales son algunos de los temas tratados. Cuenta con una amplia experiencia investigadora, con más de 40 publicaciones, 50 conferencias, 25 proyectos de investigación competitivos, 30 contratos de investigación no competitivos, 6 estancias en centros de investigación, 45 exposiciones individuales y 180 exposiciones colectivas. Su experiencia profesional queda acreditada con más de 17 contratos de producciones artísticas, 15 intervenciones en espacios públicos, 20 jurados, 17 becas pre y posdoctorales y 30 premios artísticos.