

Grau en Dret
Treball de fi de Grau (21067/22747)
Curs acadèmic 2020-2021

**EL BUIT QUE OMPLE L'ESPAI:
LES DEIXALLES ESPACIALS I EL DRET DE L'ESPAI
EXTERIOR**

Albert Thió Hortonedà
205015

Tutor del treball:
Angel José Rodrigo Hernández



**Universitat
Pompeu Fabra**
Barcelona

DECLARACIÓ D'AUTORIA I ORIGINALITAT

Jo, Albert Thió Hortonedada, certifico que el present treball no ha estat presentat per a l'avaluació de cap altra assignatura, ja sigui en part o en la seva totalitat. Certifico també que el seu contingut és original i que en sóc l'únic autor, no incloent cap material anteriorment publicat o escrit per altres persones llevat d'aquells casos indicats al llarg del text.

Com a autor/a de la memòria original d'aquest Treball Fi de Grau autoritzo la UPF a dipositar-la i publicar-la a l'e-Repository: Repositori Digital de la UPF, <http://repositori.upf.edu>, o en qualsevol altra plataforma digital creada per o participada per la Universitat, d'accés obert per Internet. Aquesta autorització té caràcter indefinit, gratuït i no exclusiu, és a dir, sóc lliure de publicar-la en qualsevol altre lloc.

Albert Thió Hortonedada
Barcelona, 28 de maig de 2021

RESUM

L'increment del volum de deixalles espacials en l'òrbita terrestre suposa una amenaça directa pel futur de l'ús i l'exploració de l'Espai Exterior, així com un perill per a la pròpia superfície terrestre. El Dret de l'Espai Exterior no ha aconseguit establir una regulació jurídicament vinculant que afronti aquesta qüestió de manera eficaç: ni les Directrius per a la reducció de les deixalles espacials es compleixen suficientment, ni tampoc han resultat exitosos els protocols formulats pels diversos actors a tals efectes. Aquestes circumstàncies han provocat que l'any 2020 es batés novament el rècord de deixalles espacials en l'òrbita terrestre, la qual cosa obliga a considerar la promulgació de normes internacionals jurídicament vinculants que donin resposta a les múltiples qüestions jurídiques que suposa tal desafiament, com l'enduriment de les restriccions que limiten la creació de deixalles espacials i l'ampliació de les sancions en cas que se'n generin, tenint ben present la importància de la sostenibilitat espacial.

ABSTRACT

The increase in the volume of space debris in Earth's orbit poses a direct threat to the future use and exploration of Outer Space and a danger to the Earth's own surface. Outer Space Law has failed to establish a legally binding regulation that addresses this issue effectively: neither the Guidelines for the Reduction of Space Debris are sufficiently complied with, nor have the protocols related to space debris issued by other actors. These circumstances have caused the record for space debris in Earth orbit to be broken again in 2020, forcing the enactment of legally binding international standards to respond to the many legal issues posed by this challenge, such as the tightening of restrictions that limit the creation of space debris and the extension of sanctions in case they are generated, bearing in mind the importance of space sustainability.

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ	5
2. CAPÍTOL I. EL DRET DE L'ESPAI EXTERIOR	6
A. Delimitació del concepte i característiques.....	6
B. Antecedents i evolució del Dret de l'Espai Exterior.....	8
C. El règim internacional de l'Espai Exterior.....	10
3. CAPÍTOL II. EL DESAFIAMENT DE LES DEIXALLES ESPACIALS AL DRET DE L'ESPAI EXTERIOR	13
A. El problema de les deixalles espacials: el concepte.....	13
B. Les principals institucions en matèria de deixalles espacials	16
1) El comitè Interinstitucional de Coordinació en matèria de Deixalles Espacials (CICDE)	16
i. La composició del CICDE.....	16
ii. Les funcions del CICDE	17
iii. Les directrius de mitigació de deixalles espacials del CICDE	17
2) Les institucions de les Nacions Unides.....	18
i. L'Oficina de Nacions Unides per a Assumptes de l'Espai Exterior (UNOOSA)	18
ii. La Comissió sobre els Usos Pacífics de l'Espai Exterior (COPUOS)	18
C. Els altres actors de l'Espai Exterior	19
1) Els actors tradicionals: els Estats i les Agències Espacials.....	19
2) Els nous actors	20
D. La regulació actual de les deixalles espacials	20
1) Les Directrius per a la reducció de les deixalles espacials	21
i. El contingut de les Directrius.....	21
ii. La utilitat de les Directrius.....	21
2) Principals qüestions jurídiques de la regulació de les deixalles espacials	22
4. CAPÍTOL III. SOLUCIONS JURÍDIQUES AL PROBLEMA DE LES DEIXALLES ESPACIALS	25
A. La responsabilitat per danys causats per deixalles espacials	25
B. Altres solucions de Dret Internacional Públic	27
i. Les mesures de <i>Soft Law</i>	27
ii. Les mesures de <i>Hard Law</i>	28
C. Solucions de Dret intern dels Estats.....	29
D. La sostenibilitat espacial	30
5. CONCLUSIONS	33
6. BIBLIOGRAFIA	36
7. FONTS DOCUMENTALS	38
8. ANNEX	40

INTRODUCCIÓ

El present estudi té com a objecte la problemàtica de les deixalles espacials des de la perspectiva del Dret de l'Espai Exterior; analitzant el desafiament que suposen i plantejant possibles solucions jurídiques. Les deixalles espacials són tots aquells objectes artificials, inclosos els seus fragments i els elements d'aquests fragments, que estan en òrbita terrestre o que reingressen a l'atmosfera i no són funcionals. El títol d'aquest treball, en forma d'oxímoron, fa referència al buit legal que està provocant l'increment preocupant del volum de deixalles espacials en l'òrbita baixa terrestre (LEO, per les seves sigles en anglès), que suposa un perill pels satèl·lits i les missions espacials, així com per la pròpia superfície terrestre. Addicionalment, el fet que la comunitat científica reclami amb urgència una regulació efectiva, fa palesa la rellevància jurídica d'aquesta qüestió.

Per assolir l'objectiu de l'estudi, donat el caràcter polièdric d'aquest problema, ha estat necessari recórrer a una metodologia flexible que inclogués fonts de diversa naturalesa i que permetessin un anàlisi jurídic profund que tingués en compte totes les dimensions de la qüestió de les deixalles espacials. A tal fi, s'ha emprat el conjunt de tractats i declaracions de principis que conformen el *Corpus Iuris Spatialis* i les directrius que existeixen sobre les deixalles espacials com a recursos jurídics principals; però també informes i estudis de caràcter tecnicocientífic d'institucions i organitzacions espacials sobre la gravetat que plantegen, així com articles informatius que tracten el seu impacte social; a més de la doctrina existent. Finalment, l'exploració i estudi de totes aquestes fonts han permès contrastar-les per poder-les interpretar jurídicament des d'una perspectiva necessàriament multidisciplinària.

En relació a la seva estructura, l'estudi és constituït per tres capítols. El primer es centra en el Dret de l'Espai Exterior en conjunt, de tal manera que presenta les bases que regulen la intervenció dels actors en l'àmbit extraterrestre i proporciona el marc conceptual per a abordar la qüestió de les deixalles espacials. Aquesta es desenvolupa en el segon capítol, on es planteja el problema, amb l'anàlisi de la situació i regulació actual; i també en el tercer, dedicat a la viabilitat i eficàcia de les diferents respostes jurídiques que es poden oferir.

Al llarg d'aquest estudi, i com es posa de manifest en les conclusions a les quals s'ha arribat, es defensa que les mesures voluntàries actuals per a la mitigació de les deixalles espacials no han estat eficaces ni han aconseguit reduir el nombre de les mateixes i, conseqüentment, la necessitat d'establir un marc normatiu internacional que limiti al màxim la creació de brossa en l'òrbita terrestre i ofereixi instruments per a eliminar-la.

CAPÍTOL I. EL DRET DE L'ESPAI EXTERIOR

Aquest primer capítol tractarà una primera aproximació al Dret de l'Espai Exterior, amb la finalitat de, posteriorment, poder entrar a l'anàlisi de la problemàtica de les deixalles espacials. Per tant, d'ara endavant s'exposaran succintament els principals elements que conformen el Dret de l'Espai Exterior.

En primer lloc, es definirà la pròpia branca del Dret Espacial, delimitant-la i descrivint-ne les principals característiques. Tot seguit, es descriurà breument l'evolució que ha tingut aquesta matèria posant especial atenció als seus antecedents. Finalment, el capítol conclourà amb una introducció a l'actual règim internacional de l'Espai Exterior, que servirà de marc per tractar els capítols següents.

A. DELIMITACIÓ DEL CONCEPTE I CARACTERÍSTIQUES

En aquest estudi s'empra majoritàriament l'expressió "Dret de l'Espai Exterior", que en ocasions també apareix, potser en la seva modalitat menys precisa, com a "Dret Espacial". Però el cert és que hi ha una gran diversitat de substantius que es refereixen a la mateixa matèria: "Dret astronàutic", "Dret del cosmos"; fins i tot "Dret extraterrestre" no són sinó sinònims de "Dret de l'Espai Exterior", terme que probablement és el més exacte - o, en tot cas, el menys inclinat a provocar confusions terminològiques -.

Tots aquests títols fan referència a un sol concepte, que la doctrina defineix de la manera següent: el Dret de l'Espai Exterior és el conjunt de principis i regles que ordenen les condicions en les quals han de desenvolupar-se l'exploració, l'ús i l'explotació de l'Espai Exterior i dels cossos celestes; els vehicles que hi circulen; el personal responsable de la seva tripulació i les relacions jurídiques que sorgeixen com a conseqüència d'aquestes activitats.¹ Certament, es tracta d'una definició força detallada, però que al seu torn obra la necessitat de delimitar correctament què és (i què no és) "l'Espai Exterior".

L'Espai (Exterior, Extraterrestre o Còsmic) és la part de l'Univers que queda fora de l'abast de la influència gravitacional de la Terra i més enllà de la seva atmosfera.² Malgrat aquesta

¹ RAMÓN FERNANDEZ, Francisca (2017). *Derecho espacial: teoría y prácticas*. Valencia: Tirant lo Blanc, p.12

² Definició de l'Institut d'Estudis Catalans.

explicació del concepte, és incert assenyalar en quin punt exacte es troba el llindar entre l'Espai Exterior i el nostre planeta: en tant que l'Espai és per pròpia naturalesa incorpori, i conseqüentment indefinit, il·limitat, infinit i abstracte.

No obstant el que s'acaba d'apuntar, sol utilitzar-se com a punt de referència la línia de Kármán, que es situa a 100 km sobre el nivell del mar. No és que en aquesta alçada es trobi el final de l'atmosfera, ja que tècnicament l'atmosfera no fineix en un punt determinat, però sí que és cert que la línia de Kármán (batejada en honor del científic Theodore von Kármán, qui va descobrir que a aquesta alçada, l'aire tenia tan poca densitat que una nau que s'hi volgués sustentar necessitava més velocitat que per entrar en òrbita) serveix com a delimitació pràctica entre allò que es considera aeronàutica (fins als 100 km per sobre del nivell del mar) i astronàutica (a partir dels 100 km per sobre del nivell del mar).³ La línia de Kármán es troba a la part baixa de l'àrea de l'atmosfera coneguda com a Termosfera, que comença aproximadament als 85 km. Cap dubte presenta ja l'exosfera, que comença a uns 690 km d'altitud, sobre la seva consideració com a "Espai Exterior".

Una proposta diferent sobre el punt on comença l'Espai Exterior és l'altitud a partir de la qual un ésser humà ja no podria subsistir sense mitjans artificials.⁴ Però aquest criteri és poc precís i podria induir a errors, ja que, per exemple, s'estima que un ésser humà podria subsistir diversos minuts a la superfície de Mart sense necessitar vestit espacial (o "mitjans artificials"). En qualsevol cas, un ésser humà no podria subsistir en l'altitud de la línia de Kármán.

Respecte als cossos celestes, aquests es poden definir com aquells elements que es troben més enllà de la Terra i que posseeixen una massa que afecta i és afectada per la gravetat d'un altre objecte.⁵ Per tant, estaríem parlant de tots els cossos de l'Univers a excepció del nostre planeta. Es catalogarien com a cossos celestes les estrelles (incloent el Sol) i les seves acumulacions (galàxies, nebuloses), els planetes (a excepció de la Terra) i exoplanetes, els satèl·lits naturals d'aquests (incloent la Lluna), els forats negres, els cometes, els asteroides i els meteorits, entre d'altres.

Cal realitzar un últim matís conceptual, respecte a si l'Espai Exterior "envolta" els cossos celestes o si els "inclou". Hi ha certa tendència a considerar que els cossos celestes no formen

³ FÉDÉRATION AÉRONAUTIQUE INTERNATIONALE (20/11/2018). *Statement about the Karman Line*. Recuperat de: <https://www.fai.org/news/statement-about-karman-line>

⁴ LÓPEZ-BASSOLS, Hermilo. (2008). *Los nuevos desarrollos del Derecho Internacional Público*, 3ª ed., Editorial Porrúa, México. Pág. 347.

⁵ EL MUNDO INFINITO (18/3/2019). *¿Qué son los cuerpos celestes?* El Mundo Infinito. Recuperat: <https://elmundoinfinito.com/cuerpos-celestes/>

part de l'Espai Exterior. Com a cas paradigmàtic; segons el diccionari panhispànic de l'espanyol jurídic, els cossos celestes se "situen" a l'Espai Exterior. Però aquesta concepció es contradiu amb el propi Tractat que tracta les activitats en l'Espai Exterior de 1966 (que es desenvoluparà en l'apartat del Règim Internacional de l'Espai Exterior)⁶, que ja en el seu article 1 pregona:

"La exploración y utilización del espacio Exterior, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, [...]"

Per tant, la concepció encertada respecte la relació entre els conceptes d'Espai Exterior i cossos celestes és que els segons formen part del primer.

Com a disciplina jurídica, el Dret de l'Espai Exterior és relativament jove, com s'exposarà en l'apartat següent. És una branca del Dret Internacional Públic, i en un principi se'l va tractar dins del Dret Marítim, per les connexions i similituds que presenta amb aquesta disciplina.⁷ Malgrat això, com ja s'ha vist, l'objecte del Dret Espacial és tan bast i singular que mereix la consideració com a branca pròpia del Dret Internacional Públic.

B. ANTECEDENTS I EVOLUCIÓ DEL DRET DE L'ESPAI EXTERIOR

Si s'haguessin d'explicar els antecedents de l'exploració espacial, caldria remuntar-se pràcticament als inicis de les primeres civilitzacions, que ja scrutaven el cel per molts i variats motius (per adorar divinitats o per elaborar calendaris, per exemple). Però les qüestions jurídiques relacionades amb l'Espai Exterior (i, per tant, el Dret Espacial) no han adquirit rellevància fins que l'ésser humà ha pogut finalment accedir-hi.

El primer vol tripulat (que comportà el naixement de l'aeronàutica) fou l'any 1903. L'aeronàutica es distingeix de l'astronàutica pel fet que, si bé es produeix igualment elevant-se per sobre de la superfície terrestre, no arriba a ultrapassar l'atmosfera més propera, i, com ja s'ha explicat en l'apartat anterior, la línia de Kármán, per sobre de la qual es pot considerar ja Espai Exterior, i que marca el límit de l'aeronàutica. Allò que ultrapassa els 100 km sobre el nivell del mar pertany, doncs, a l'astronàutica.

⁶ Resolució 2222 (XVI): *Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio EXTERIOR, incluso la Luna y otros cuerpos celestes*

⁷ MARLECK RIOS NAVA, Lourdes. (1/6/2019). *La evolución del Derecho Espacial y sus repercusiones en el Derecho Internacional*. Corpus Iuris (revista digital).

Durant els primers anys del segle XX es van realitzar molts avenços tecnològics que anaven obrint el camí de l'exploració espacial: com els de Robert Goddard, que va construir el primer coet de combustible líquid. Tot i això, es considera que l'Era Espacial va començar el 4 d'octubre de 1957, dia en el qual el govern de la URSS va llançar a l'òrbita terrestre el primer satèl·lit artificial de la història de la humanitat: *Sputnik 1*. En aquell període s'estava celebrant l'Any Geofísic Internacional (1 de juliol de 1957 - 31 de desembre de 1958), en el context del qual es van realitzar grans avenços científics en el camp de l'exploració espacial. El 1958 es fundava la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), i el 17 de novembre, el representant dels EUA a l'Assemblea General de les Nacions Unides va declarar que les nacions eren meres "exploradores", no colonitzadores, de l'Espai Exterior.⁸

Donada la gran importància de tots aquests esdeveniments, l'Assemblea General les Nacions Unides va aprovar la Resolució 1472 (XIV) de 12 de desembre de 1959, per la qual va crear la Comissió sobre la utilització de l'Espai Exterior amb fins pacífics. Aquesta Resolució suposava el naixement del Dret de l'Espai Exterior.⁹ La Comissió es va organitzar en dues subseccions: la Subcomissió d'Assumptes Científics i Tècnics i la d'Assumptes Jurídics. A proposta d'aquesta darrera, l'Assemblea General va aprovar l'any 1963 la Resolució 1962 (XVIII), sobre els principis jurídics que haurien de guiar els esdeveniments a l'Espai Exterior. En síntesi, aquests principis són:

- Exploració i utilització de l'Espai Exterior en benefici de la humanitat.
- Llibertat i igualtat: tots els Estats són lliures per explorar i utilitzar l'Espai Exterior en condicions d'igualtat.
- No apropiació: prohibició de l'apropriació, ocupació i reivindicació de sobirania sobre l'Espai Exterior i els cossos celestes.
- Manteniment de la pau i la seguretat.
- Responsabilitat internacional de l'Estat per les activitats realitzades en l'Espai Exterior en front als altres Estats
- Cooperació i assistència mútua.
- Jurisdicció sobre els objectes llançats a l'Espai Exterior que els Estats registrin, així com del personal que s'hi trobi, mentre es trobi a l'Espai Exterior.

⁸ PASTOR RIDRUEJO, José A., *Curso de Derecho Internacional Público y Organizaciones Internacionales*, 19ª ed., Editorial Tecnos, España 2015, Pág. 456.

⁹ NAVARRO PERAL, Manuela. (18/1/2016). *Introducción al Derecho Espacial*. *Hispanaviación espacio* (revista digital).

- Responsabilitat pels danys causats a un altre Estat o a les persones (físiques i jurídiques) per un objecte espacial.
- Assistència d'astronautes en perill, en la seva condició d'enviats de la humanitat.

Aquests principis van inspirar diversos dels tractats que es van establir durant els anys següents. L'any 1966, el Tractat de l'Espai Exterior; el 1968 l'acord de rescat d'astronautes; el 1972, la convenció internacional sobre riscos per danys causats per objectes espacials; el 1975, la convenció del registre d'objectes llançats a l'Espai Exterior; i l'any 1979 l'acord rector de les activitats dels Estats a la Lluna. Paral·lelament, la cursa espacial entre l'URSS i els Estats Units va significar grans assoliments: enviar el primer astronauta a l'Espai Exterior (Yuri Gagarin, 1961) i a la Lluna (Neil Armstrong, 1969), o la posada en òrbita de la primera estació espacial (MIR, 1986). L'URSS es va dissoldre el 1991, però actualment hi ha més actors en l'àmbit espacial que mai abans. L'Agència Espacial Europea (ESA), i les respectives agències espacials d'algunes principals potències mundials han contribuït a l'establiment de l'Estació Espacial Internacional.

En els últims anys, han destacat nous actors com l'Administració Espacial Nacional de la Xina i fins i tot empreses privades, com *Space X* o *Blue Origin*, amb programes espacials molt ambiciosos que tenen intenció de desenvolupar en els propers anys, i que encara no tenen una cobertura legal clara.¹⁰

C. EL RÈGIM INTERNACIONAL DE L'ESPAI EXTERIOR

En l'apartat anterior ja s'han anticipat alguns dels Tractats que conformen el que és conegut com a *Corpus Iuris Spatialis*. Aquest és conformat per deu convenis i acords que s'han adoptat en el marc internacional en relació a l'Espai Exterior. Es poden classificar en Tractats i declaracions de principis. Pel que fa als Tractats, es troben els següents:

- *Tractat sobre els principis que han de regir les activitats dels Estats en l'exploració i utilització de l'Espai Exterior, inclòs la Lluna i altres cossos celestes*. Més conegut com a Tractat sobre l'Espai Exterior. Formulats per l'Assemblea General en la resolució 2222

¹⁰ Paradigmàtic és el cas de *Starlink*, un dels polèmics projectes de *Space X*, va rebre autorització de la *Federal Communications Commission*, però encara es discuteix si suposa una violació de la *National Environmental Policy Act* (NEPA).

(XXI), va ser aprovat el 19 de desembre de 1966, obert a firma el 27 de gener de 1967 i va entrar en vigor el mateix any. A destacar, el seu article 2 impedeix la possibilitat que un Estat pugui reivindicar la sobirania la Lluna ni cap altre cos celeste o l'Espai. L'Estat Espanyol en forma part, i és el Tractat més rellevant del Dret Espacial.

- *Acord sobre el salvament i la devolució d'astronautes i la restitució d'objectes llançats a l'Espai Exterior.* Va ser aprovat el 19 de desembre del 1967, obert a firma el 22 d'abril de 1968 i va entrar en vigor aquell any. L'Estat Espanyol n'és part.
- *Conveni sobre la responsabilitat internacional per danys causats per objectes espacials.* Va ser aprovat el 29 de novembre de 1971, obert a la firma el 29 de març de 1972 i va entrar en vigor el dia 11 de setembre de 1972. L'Estat Espanyol també en forma part.
- *Conveni sobre el registre d'objectes llançats a l'Espai Exterior.* Aquest registre és a càrrec de Oficina de Nacions Unides per a Assumptes de l'Espai Exterior. Aprovat el 12 de novembre de 1974, obert a la firma el 14 de gener de 1975, va entrar en vigor el 15 de setembre d'aquell mateix any. Igualment, l'Estat Espanyol n'és part.
- *Acord que ha de regir les activitats dels Estats a la Lluna i altres cossos celestes.* També conegut simplement com a Tractat de Lluna. Aprovat el 5 de desembre de 1979 i obert a la firma el dia 18 d'aquell mateix mes. L'Estat Espanyol no n'és part; tan sols 18 Estats l'han firmat i ratificat,¹¹ i cap d'ells pot considerar-se una potència espacial. Es considera un tractat fallit.

Per altra banda, les Nacions Unides també han impulsat les declaracions de principis que segueixen:

- *Declaració dels principis jurídics que han de regir les activitats dels Estats en l'exploració i utilització de l'Espai Exterior,* que s'ha exposat anteriorment. També trobem:
- *Principis que han de regir la utilització pels Estats de satèl·lits artificials de la Terra per a les transmissions internacionals directes per televisió.*
- *Principis relatius a la teleobservació de la Terra des de l'Espai Exterior.*
- *Principis pertinents a la utilització de fonts d'energia nuclear en l'Espai Exterior.*

¹¹ UNOOSA. (2020). *Treaty Status*. Portal web. <https://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/treatystatus/TreatiesStatus-2020E.pdf>

- *Declaració sobre la cooperació internacional en l'exploració i utilització de l'Espai Exterior en benefici i interès de tots els Estats, tenint especialment en compte les necessitats dels països en desenvolupament.*

Aquestes són, doncs, les normes que regulen a nivell internacional l'Espai Exterior. El més modern d'aquests tractats és el Tractat de la Lluna, que data del 1979, i com ja s'ha exposat, va fracassar absolutament. Això implica que no s'ha impulsat cap nou Tractat des de fa més de quaranta anys: fet que contrasta amb l'exponencial desenvolupament de les tecnologies emprades en la recerca i exploració espacial i l'aparició de nous actors, que s'han obert camí juntament amb els nous desafiaments que comporten. Entre aquests desafiaments es troben el problema de la mineria espacial i l'amenaça de les deixalles espacials que, com es veurà en els capítols següents, el Dret de l'Espai Exterior és encara incapaç resoldre convenientment.

CAPÍTOL II.

EL DESAFIAMENT LES DEIXALLES ESPACIALS EN EL DRET DE L'ESPAI EXTERIOR

Durant el capítol anterior, s'ha fet evident que el Dret de l'Espai Exterior és una disciplina jurídica àmplia, i cada cop més complexa, tenint en compte l'exponencial desenvolupament tecnològic de la humanitat més enllà de la Terra. Actualment, l'Espai Exterior s'està utilitzant per a múltiples i diversos usos de forma simultània: orbitant al voltant del nostre planeta s'hi troben estacions científiques, satèl·lits de telecomunicacions i fins i tot instruments militars. L'Estació Espacial Internacional o el Telescopi Espacial *Hubble* són perfectes exemples de satèl·lits amb propòsits científics. Però molts d'altres despleguen funcions que són fonamentals pel dia a dia: telefonia, ràdio, televisió o sistemes de navegació com el GPS depenen en gran mesura d'ells. Ara bé, un cop aquests satèl·lits deixen d'estar operacionals, com succeeix amb els fragments que se'n desprenen, romanen indefinidament a la deriva per l'òrbita terrestre; la qual cosa suposa perills tant per les missions noves com per la pròpia Terra. Un impacte amb un fragment de satèl·lit inoperatiu pot resultar catastròfic, provocant una reacció en cadena que destrueixi la resta de satèl·lits i deixi a la humanitat desproveïda dels avantatges que s'han enumerat; o bé impactant contra la superfície del planeta, com de fet ja ha succeït. En aquest context, és innegable que la regulació sobre les deixalles espacials és el repte més important que afronta el Dret Espacial en el present i futur immediat.

A. EL PROBLEMA DE LES DEIXALLES ESPACIALS: EL CONCEPTE

Les deixalles espacials són objectes creats per l'ésser humà, inclosos fragments i elements dels mateixos, en òrbita terrestre o de reentrada.¹² No obstant, hi ha una certa controvèrsia no resolta sobre si les deixalles espacials han de ser considerades o no *objectes espacials*.

Les *deixalles espacials* també són conegudes com a *brossa espacial*, *escombraries espacials* o *residus espacials*. En llengua espanyola es sol conèixer com a *desechos espaciales* en la majoria de documents oficials i com a *basura espacial* en termes més informals, col·loquials o periodístics. En llengua anglesa, es parla de *space debris* o bé de *space junk*, *space waste* o *space pollution*. Certament, el terme *escombraries espacials* és molt gràfic i il·lustra prou bé

¹² Aquesta és la definició que recull el CICDE, el comitè interinstitucional coordinador de les deixalles espacials (o IADC per les seves sigles en anglès). Tot i això, ha estat criticada per alguns autors, per ser massa restringida i ometre aquells residus produïts per la humanitat que han quedat fora de l'òrbita terrestre (ESQUIVEL, 2013).

la problemàtica que implica. No obstant, cal considerar *deixalles espacials* com a concepte més precís, ja que les deixalles espacials no consisteixen, sobra dir-ho, en meres escombraries que s'han llançat a l'espai, sinó de vestigis (deixalles) de les antigues missions que s'han impulsat més enllà de l'atmosfera.

S'estima que el volum total de deixalles espacials és de 9200 tones¹³, repartida en més de 128 milions d'objectes superiors a 1 mil·límetre de mida.¹⁴ Qualsevol d'aquests objectes, que típicament superen 1 mil·ligram, podria destruir un objecte sense blindatge protector; i fins i tot els objectes blindats podrien ser malmesos si reben l'impacte d'un objecte de 1 centímetre (normalment amb un pes aproximat de 1 gram).¹⁵ Viatgen a velocitats que ronden els 36.000 km/hora, cosa que en cas d'impacte les converteix en potencialment destructives. Aquestes deixalles es troben tant a baixa altitud (a menys de 2000 km de la superfície) com a l'òrbita geostacionària.¹⁶ I totes s'han generat des del 4 d'octubre d'octubre de 1957 (data de llançament del *Sputnik 1* fins a avui; és a dir, en menys de 65 anys; i a un ritme exponencial insostenible (veure annex).¹⁷

Les deixalles espacials han sorgit principalment arran de satèl·lits i fragments d'aquests que deixen d'estar operatius. Aquelles deixalles que queden més a prop de l'atmosfera, sovint acaben desintegrant-se en aquesta sense causar més problemes. Però també pot passar que la seva òrbita estigui massa allunyada de l'atmosfera com per poder-s'hi desintegrar, o bé, en el pitjor dels casos, que es tracti d'objectes prou grans caure a la superfície de la terra sense haver-se esvanit, casos en els quals esdevenen un risc tant pels béns materials com per les persones. A més dels satèl·lits inoperatius, un altre principal factor de la producció de les deixalles espacials han estat els accidents. S'han donat diversos casos de satèl·lits defectuosos que implodien, deixant un núvol de deixalles espacials al seu lloc, o que col·lisionen amb altres satèl·lits o deixalles espacials.¹⁸ Però precisament l'incident que ha provocat més deixalles espacials en tota la història no ha estat degut ni al final de la vida útil d'un satèl·lit ni tampoc un accident fortuït, sinó a un acte deliberat.

¹³ Per copsar la magnitud d'aquesta massa, es podria prendre com a referència l'estructura metàl·lica de la Torre Eiffel: pesa aproximadament 7300 tones. En total, suposaria l'equivalent

¹⁴ EUROPEAN SPACE AGENCY (8/1/2021). *Space debris by the numbers*. Portal web.

¹⁵ ESQUIVEL, María de las Mercedes (2013). *Basura espacial: un problema jurídico de la época*. Aequitas, Vol. 7, Núm. 19.

¹⁶ L'òrbita geostacionària es troba a 35786km sobre la Terra. És el punt on els satèl·lits giren al voltant del planeta a la mateixa velocitat que la Terra gira sobre ella mateixa, de tal manera que un objecte en aquesta òrbita sempre es trobarà ubicat en un punt idèntic en relació a la superfície.

¹⁷ EUROPEAN SPACE AGENCY (29/9/2020). *Annual Space Environment Report*.

¹⁸ O'CALLAGHAN, Jonathan (4/5/2016). *What is space junk and why is it a problem?* Natural History Museum. Portal web.

El dia 11 de gener de 2007, el govern de la República Popular de la Xina va dur a terme una prova militar de míssils anti-satèl·lits (ASAT), destruint violentament un dels seus propis satèl·lits meteorològics, el FY-1C, que era defectuós. La prova va ser tan exitosa com catastròfica: el satèl·lit, de 750 kg, s'estima que va quedar fragmentat en més de 150.000 partícules, de les quals unes 2.000 de mida superior a una pilota de golf.¹⁹

Una altra iniciativa que va provocar una quantitat desmesurada de deixalles espacials fou el Projecte *West Ford*, promogut pel govern dels Estats Units, que durant l'any 1963 va enviar uns 192 milions d'agulles de menys de dos centímetres en una òrbita baixa per provar de crear un nou mètode de comunicacions. El projecte fracassà, però no es coneix amb exactitud l'impacte que va tenir aquest incident: afortunadament, tres anys després, pràcticament totes les agulles havien entrat de nou a l'atmosfera²⁰, i amb tota probabilitat, desintegrat.

Entre els grans perills que suposen les deixalles espacials, se'n troben principalment dos: en primer lloc, la potencial amenaça que una deixalla espacial no es desintegri en caure l'atmosfera i impacti contra la superfície del nostre planeta, provocant danys. Fins a dia d'avui, aquest succés és estrany, tot i que ja s'ha produït en diverses ocasions, com en el cas de l'accident del transbordador espacial Columbia.²¹ En el primer apartat del capítol següent es tractarà el règim legal de responsabilitat en matèria de les deixalles espacials.

Per altra banda, encara hi ha un problema més greu. Si una nau o satèl·lit es destrueix en òrbita (sigui per l'impacte contra un fragment de deixalla espacial²² o per qualsevol altra causa), provoca la creació de molts nous residus (com ja s'ha vist). Aquests nous residus, al seu torn, multiplicaran el risc que un altre satèl·lit hi col·lisi i es provoquin, al seu torn, més deixalles espacials. Comença així una reacció en cadena que podria augmentar exponencialment en molt poc temps la quantitat de deixalles espacials; tenint com a resultat, en el pitjor dels casos, la destrucció de tots els satèl·lits que orbiten la Terra i fent impossible, com a mínim temporalment, posar-ne de nous en òrbita. El risc que es produeixi aquest escenari s'incrementa al mateix ritme que ho fan les deixalles espacials, i es coneix com a síndrome de Kessler.²³

¹⁹ CENTER FOR SPACE STANDARDS & INNOVATION (5/12/2007). *Chinese ASAT Test*. Portal web.

²⁰ MARÍN, Daniel (9/2/2021). *Proyecto West Ford: cuando la Tierra estuvo rodeada por millones de agujas de metal*. Eureka.

²¹ NASA. *Columbia Accident Investigation Report*, Volume II Appendix D.10

²² El CICDE va determinar que el telescopi espacial Hubble tenia un 4% de possibilitats d'impactar contra deixalles espacials. Tenint en compte el cost de la missió, es tracta d'un risc molt alt, que podria desincentivar nous projectes.

²³ KESSLER, Donald J. (1991). *Collisional cascading: The limits of population growth in low earth orbit*. *Advances in Space Research*, Volume 11, Issue 12, p. 63-66.

Les deixalles espacials també són una font de disputes i tensions en el marc de les relacions internacionals. El perill que aquestes suposen ha desencadenat conflictes diplomàtics en múltiples ocasions: l'any 2007, el test ASAT xinès va provocar una dura condemna per part de diversos Estats. També l'any 2021, després que restes d'unes 20 tones del coet *Long March 5B* caiguessin descontroladament a l'oceà Índic, l'administrador de la NASA Bill Nelson va declarar que la Xina no estava complint els estàndards de responsabilitat respecte les seves deixalles espacials.²⁴

Per tant, les deixalles espacials són un problema real i urgent, que amenaça no solament al nostre estil de vida actual, sinó també el futur de la humanitat en l'Espai Exterior. A més, és encara un tema pràcticament desconegut per l'opinió pública. En els apartats següents, es tractaran els diversos actors i institucions que interactuen en el problema de les deixalles espacials, així com les propostes que han impulsat fins a dia d'avui.

B. LES INSTITUCIONS RELLEVANTS EN MATÈRIA DE DEIXALLES ESPACIALS

1. El Comitè Interinstitucional de Coordinació en matèria de Deixalles Espacials

El CICDE (o IADC, per les seves sigles en anglès) és un organisme dedicat exclusivament a la qüestió de les deixalles espacials. En aquest apartat s'exposa la seva composició, funcions i les resolucions més importants que s'han pres per part d'aquest comitè.

i. La composició del CICDE

El Comitè Interinstitucional de Coordinació en matèria de Deixalles Espacials es defineix a si mateix com un fòrum governamental internacional per a la coordinació mundial d'activitats relacionades amb els temes de deixalles naturals i artificials a l'Espai Exterior.²⁵ Fou fundat l'any 1993, i en formen part col·laborant-hi les següents Agències Espacials:

- ASI (*Agenzia Spaziale Italiana*)
- CNES (*Centre National d'Études Spatiales*)
- CNSA (*China National Space Administration*)
- CSA (*Canadian Space Agency*)
- DLR (*German Aerospace Center*)
- ESA (*European Space Agency*)
- ISRO (*Indian Space Research Organisation*)
- JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*)

²⁴ NASA. (9/5/2021). *NASA Administrator Statement on Chinese Rocket Debris*. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-administrator-statement-on-chinese-rocket-debris>

²⁵ IADC. *What's IADC?* Portal web.

- KARI (*Korea Aerospace Research Institute*)
- NASA (*National Aeronautics and Space Administration*)
- ROSCOSMOS (*State Space Corporation*)
- SSAU (*State Space Agency of Ukraine*)
- UK Space Agency

Com es pot veure, aglutina les principals potències espacials; fins i tot la xinesa, que no sempre participa en altres iniciatives internacionals, normalment liderades per la NASA i l'ESA, com succeeix, per exemple, amb el cas de l'Estació Espacial Internacional.

ii. Les funcions del CICDE

El CICDE promou l'intercanvi d'informació sobre activitats d'investigació de deixalles espacials entre agències espacials membres, facilita oportunitats de cooperació en la investigació de deixalles espacials, revisa el progrés de les activitats cooperatives en curs i pretén identificar opcions per a la mitigació de les deixalles espacials. Per tal de dur a terme aquestes funcions, el CICDE es reparteix en un grup directiu i quatre grups de treball específics, encarregats de les mesures (grup de treball 1), entorn i base dades (grup de treball 2), protecció (grup de treball 3) i mitigació (grup de treball 4).

iii. Les directrius per a la mitigació de deixalles espacials del CICDE

Periòdicament, els grups de treball del CICDE realitzen informes respecte al problema de les deixalles espacials, que es prenen per mitjà de consens entre els membres del comitè. L'any 2002 es van impulsar les Directrius per a la mitigació de deixalles espacials. Aquestes directrius estan enfocades perquè siguin tingudes en compte en els dissenys i llançament d'objectes espacials, per tal de minimitzar o eliminar les deixalles que puguin generar.

Les directrius del CICDE han estat incorporades per alguns Estats en les seves legislacions nacionals respecte a activitats a l'Espai Exterior.²⁶ També són importants com a antecedent a les directrius del COPUOS (Comissió sobre els Usos Pacífics de l'Espai Exterior); que són la principal referència normativa actual a la qüestió de les deixalles espacials i que es desenvoluparan en l'apartat D (La regulació actual de les deixalles espacials) del present capítol. Tot i això, cal apuntar ja d'entrada que cap d'aquestes directrius té caràcter jurídicament vinculant *per se*. En efecte, poden servir com a orientació tècnica per a reduir la

²⁶ DELGADO LÓPEZ, Laura; JOHNSON D., Christopher; SAMSON, Victoria; SIMPSON, Michael; WEEDEN, Brian (2014). *The Importance of the United Nations Guidelines for the LongTerm Sustainability of Space Activities and Other International Initiatives to Promote Space Sustainability*. OASIS, n. 20. p. 37-53.

població de deixalles espacials, però en tant no siguin adoptades i transformades en vinculants per les legislacions internes dels Estats, no es poden considerar una solució jurídica al problema.

2. Institucions de Nacions Unides rellevants en matèria de deixalles espacials

1. L'Oficina de Nacions Unides per a Assumptes de l'Espai Exterior (UNOOSA)

L'Oficina de Nacions Unides per a Assumptes de l'Espai Exterior (UNOOSA per les seves sigles en anglès) és el principal organisme de les Nacions Unides en matèria espacial. De l'UNOOSA en depenen tant la Subcomissió d'Assumptes Jurídics com la Subcomissió d'Assumptes Científics i Tècnics.

Aquest organisme, creat el 1958 per l'Assemblea General en la Resolució 1348 (XIII), vetlla en termes generals per a la promoció de la cooperació internacional en l'exploració i ús pacífic de l'Espai Exterior, i de la utilització de la ciència i tecnologia espacial per a una economia sostenible i desenvolupament social. Assisteix als Estats membres de les Nacions Unides per establir marcs legals que regulin les activitats a l'Espai Exterior.²⁷ L'Oficina està dividida en dues Subcomissions: una de caràcter científic i tècnic que no interessa aquest estudi; i la Subcomissió d'Assumptes Jurídics s'encarrega específicament dels afers legals relacionats amb l'Espai Exterior.

2. La Comissió sobre els Usos Pacífics de l'Espai Exterior (COPUOS)

Aquesta Comissió va ser creada per l'Assemblea General el 1959 per tal d'assegurar que l'exploració i ús de l'Espai Exterior es realitzés amb la finalitat d'obtenir un benefici de tota la humanitat: per la pau, la seguretat i el desenvolupament. Es complementa amb l'UNOOSA revisant la cooperació internacional en els usos pacífics de l'Espai Exterior, impulsant activitats relacionades amb l'Espai Exterior i promovent programes d'exploració del mateix, alhora que enfrontant els problemes legals que hi puguin sorgir.²⁸

Respecte al problema de les deixalles espacials, la COPUOS ha declarat un seguit de directrius per a la seva reducció. Aquestes són rellevants en tant que, com s'ha vist fins ara, els Tractats ni declaracions de principis que conformen el *Corpus Iuris Spatialis* no contenen explícitament

²⁷ UNOOSA. *History*. Portal web. <https://www.unoosa.org/oosa/en/aboutus/history/index.html>

²⁸ UNOOSA. *Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*. Portal web. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/index.html>

cap contingut sobre la mitigació de les deixalles espacials. Les directrius del COPUOS són, doncs, la referència més directa a aquest problema que ofereixen les Nacions Unides.

C. ELS ALTRES ACTORS DE L'ESPAI EXTERIOR

1. Els actors tradicionals: els Estats i les Agències Espacials

És indiscutible que tant el Comitè Interinstitucional de Coordinació en Matèria de Deixalles Espacials com les Nacions Unides (de la qual sorgeixen l'UNOOSA i el COPUOS) juguen un paper fonamental en la gestió d'aquest desafiament. No obstant, en el Dret de l'Espai Exterior hi intervenen molts més actors, que amb la seva activitat impacten d'una manera o altra en el medi espacial.

Des del mateix començament de l'era Espacial, els protagonistes indiscutibles han estat els propis Estats. Totes les potències espacials en l'actualitat disposen d'una agència per a aquest fi, que són les que impulsen els programes espacials de cada Estat.²⁹ La NASA als Estats Units, el CNES a França, la ISRO a l'Índia, la JAXA al Japó, Roscosmos a Rússia, la CNSA a Xina; són alguns dels exemples més destacables, amb pressupostos que oscil·len entre els 1.268 milions de dòlars (ISRO) i els excepcionals 21.500 milions de dòlars de la NASA.³⁰ L'ESA és un cas especial, ja que és conformada per múltiples Estats europeus.

A més del CICDE, que va ser fundat per coordinar els esforços de les principals agències espacials en matèria de deixalles espacials, cada una d'elles impulsa paral·lelament les seves iniciatives. Els Estats Units, a través de la NASA, han creat protocols per la reducció i eliminació de les deixalles espacials. Aquestes normes inclouen l'obligació de dissenyar els objectes espacials per tal que la probabilitat que produeixin deixalles sigui tan baixa com sigui possible.³¹ L'ESA, per altra banda, ha establert la normativa ISO24113 de 2011 sobre els requisits de mitigació de residus, i són aplicables a tots els seus projectes. Així mateix, alguns Estats ja han incorporat les directrius que s'han explicat als seus reglaments interns, fent-les d'obligat compliment. No obstant, aquesta interiorització encara és lluny de produir-se a nivell mundial.³² A més, les xifres demostren que el nombre de deixalles espacials segueixen

²⁹ Tot i això, no totes les agències són estatals. L'UNOOSA i el COPUOS són considerades agències espacials globals; i l'ESA, una agència espacial multinacional.

³⁰ NASA (2020). *FY 2020 BUDGET ESTIMATES*.

https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy2020_summary_budget_brief.pdf

³¹ ESQUIVEL, María de las Mercedes (2013). *Basura espacial: un problema jurídico de la época*. Aequitas, Vol. 7, Núm. 19.

³² ESA. *Mitigating space debris generation*. Portal web.

augmentant. Per tant, tot i que poden ajudar a mitigar-les, cap d'aquestes normes han resultat no ser suficients per si soles per resoldre l'urgent problema de les deixalles espacials.

2. Els nous actors

Cada cop són més les empreses que tenen la intenció d'intervenir en l'Espai Exterior per lucrarse. *SpaceX*, *Boeing* o *BlueOrigin* són casos paradigmàtics d'empreses privades que en els últims anys han entrat amb força en el panorama espacial. Algunes agències espacials han començat a col·laborar amb elles per disposar de més fons i impulsar projectes més ambiciosos (per exemple, la col·laboració entre la NASA i *Space X* i *Boeing* en el marc del programa *NextStep*).

Aquests nous actors poden suposar tant una oportunitat com un nou problema. Il·lustratiu és el cas del projecte *Starlink*, que pretén posar en l'òrbita terrestre fins a 12.000 satèl·lits pel seu compte.³³ Evidentment, cada nou satèl·lit incrementa el risc que es produeixin més deixalles espacials, sigui per desprendiments, sigui per col·lisions. És, doncs, necessari que s'imposin normes jurídiques nivell global que assegurin que aquests nous actors no provocaran que la situació respecte les deixalles espacials esdevingui encara més crítica.

D. LA REGULACIÓ ACTUAL DE LES DEIXALLES ESPACIALS

La regulació actual de les deixalles espacials es caracteritza pel gran buit de normes jurídicament vinculants que presenta; a diferència de tants altres àmbits del Dret Espacial, com la responsabilitat per danys o el rescat d'astronautes, que sí han estat degudament regulats en tractats internacionals. Les Directrius per a la reducció de les deixalles espacials, aprovades per les Nacions Unides respecte a aquesta qüestió, tenen caràcter voluntari; i tot i que s'ha fet evident que no han aconseguit aturar la creació de les deixalles espacials (veure annex), són ara per ara la principal referència normativa del present problema.

1. Les Directrius per a la reducció de les deixalles espacials

i. El contingut de les Directrius

Les *Directrius per a la reducció de les deixalles espacials* han estat impulsades per la Comissió sobre els Usos Pacífics de l'Espai Exterior, inspirades també en les directrius homònimes del

³³ BIOSCA, Patricia (30/5/2020). ¿Por qué las empresas privadas han aterrizado en la nueva carrera espacial? ABC Ciencia, Madrid.

Comitè Interinstitucional de Coordinació en Matèria de Deixalles Espacials.³⁴ L'Assemblea General de les Nacions Unides va aprovar-les en la resolució 62/217 de 22 de desembre de 2007, i es va cridar als Estats Membres a implementar aquestes directrius mitjançant mecanismes nacionals que les poguessin fer efectives.

Aquestes directrius són les següents:

- Directriu 1: limitació de les deixalles espacials alliberades durant el funcionament normal dels sistemes espacials.
- Directriu 2: minimització de les possibilitats de desintegracions durant les fases operacionals.
- Directriu 3: limitació de les probabilitats de col·lisió accidental en òrbita.
- Directriu 4: evitar la destrucció intencional i altres activitats perjudicials.
- Directriu 5: minimització de les possibilitats que es produeixin desintegracions al final de les missions com a resultat de l'energia emmagatzemada.
- Directriu 6: limitació de la presència a llarg termini de naus espacials i etapes orbitals de vehicles de llançament en la regió de l'òrbita terrestre baixa al final de la seva missió.
- Directriu 7: limitació de la interferència a llarg termini de les naus espacials i les etapes orbitals de vehicles de llançament en la regió de l'òrbita terrestre geosincrònica al final de la seva missió.

ii. La utilitat de les Directrius

Les directrius per a la reducció de deixalles espacials del COPUOS es van elaborar partint de les que uns anys abans havia impulsat el CICDE. Cal destacar que són innovadores en tant que tenen en compte altres qüestions que transcendeixen més enllà del problema de les deixalles espacials en si i enfoquen a la sostenibilitat de les activitats espacials en el seu conjunt.

El propòsit declarat de les Directrius és el de proveir una base per tal que es puguin desenvolupar pràctiques nacionals i internacionals, així com proveir de marcs que guiïn les activitats en l'Espai Exterior, essent al mateix temps prou flexibles com perquè les directrius puguin ser ajustades a les circumstàncies de cada Estat i a l'estructura de cada organització. Així mateix, s'encaixen en els deu tractats i declaracions de principis que constitueixen el Dret

³⁴ COPUOS. *Directrices para la reducción de desechos espaciales de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Exterior con Fines Pacíficos*. <https://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/COPUOS-GuidelinesS.pdf>

de l'Espai Exterior.³⁵ Les directrius han estat aprovades per 63 Estats. No obstant això, aquestes directrius no tenen caràcter jurídic vinculant, sinó que tenen caràcter voluntari; a falta que els Estats impulsin en les seves regulacions internes normatives que s'hi corresponguin.

2. Principals qüestions jurídiques de la regulació de les deixalles espacials

En l'informe del Congrés Internacional Interdisciplinari sobre les Deixalles Espacials (*International Interdisciplinary Congress on Space Debris*)³⁶ recull les principals qüestions legals en relació a les deixalles espacials, que es reproduïxen tot seguit:

- a) La (il·)legalitat de generar deixalles espacials;
- b) Les obligacions de mitigar i remediare les deixalles espacials;
- c) Les obligacions de participar en sistemes que evitin col·lisions i intercanvis d'informació;
- d) Eliminació activa i possibilitat de reciclar les deixalles espacials; i
- e) Assignació de la càrrega financera i la transferència tecnològica.

A continuació s'analitzen amb més profunditat cada una d'aquestes qüestions.

a) La (il·)legalitat de generar deixalles espacials

L'article I del Tractat sobre l'Espai Exterior declara el dret de tots els Estats a accedir lliurement a l'Espai Exterior per a la seva exploració i ús pacífic. Per tant, podria plantejar-se que, de considerar-se il·legal la generació de deixalles espacials, es privaria a molts països d'aquest dret, ja que sobretot aquells països amb menys recursos econòmics i menys desenvolupats tecnològicament no tenen encara capacitat per situar-se a l'Espai Exterior sense provocar residus; fet que, alhora, incrementaria la desigualtat entre els Estats.

No obstant, el propi article mencionat condiciona explícitament l'ús i exploració de l'Espai Exterior al fet que aquest es faci *pacíficament*. D'això s'infereix que, si un Estat generés deixalles espacials deliberadament per tal d'interferir en l'exploració i ús pacífics per part d'altres Estats, estaria infringint aquest precepte i, consegüentment, aquesta creació de deixalles espacials seria il·legal.

³⁵ DELGADO LÓPEZ, Laura; JOHNSON D., Christopher; SAMSON, Victoria; SIMPSON, Michael; WEEDEN, Brian (2014). *The Importance of the United Nations Guidelines for the LongTerm Sustainability of Space Activities and Other International Initiatives to Promote Space Sustainability*. OASIS, n. 20. pp. 37-53.

³⁶ A/AC.105/C.1/2011/CRP.14

b) Les obligacions de mitigar i remeiar les deixalles espacials

Malgrat que el Dret Espacial no formula una obligació explícita de reduir els riscos derivats de les deixalles espacials, sí que l'article IX del Tractat sobre l'Espai Exterior determina l'obligació d'evitar contaminacions nocives o canvis desfavorables en el context de les exploracions de l'Espai Exterior, així com de l'obligació de realitzar les consultes internacionals apropiades si existeixen motius per creure que l'activitat espacial planejada podria causar interferències perjudicials a altres Estats. Per altra banda, en les Directrius per a la reducció de les deixalles espacials³⁷ (que s'han vist en el subapartat anterior) ofereixen un punt de referència per al compliment de l'objectiu de mitigar les deixalles espacials amb la diligència deguda. No obstant, com ja s'ha explicat, aquestes Directrius no posseeixen caràcter jurídicament vinculant.

c) Les obligacions de participar en sistemes que evitin col·lisions i intercanvis d'informació

Tot i no haver una obligació legal clara respecte a l'intercanvi d'informació amb altres actors espacials amb la finalitat d'evitar col·lisions a l'Espai Exterior, el mateix article IX del Tractat sobre l'Espai Exterior disposa el deure dels Estats ratificants de consultar internacionalment amb altres Estats part quan potencialment es puguin produir interferències perjudicials en les activitats d'altres Estats. Per tant, d'aquest deure es pot extreure que, en cas que un Estat anticipi que un objecte seu - deixalles espacials incloses - pugui col·lisionar contra l'objecte d'un altre Estat, té el deure de transmetre aquesta informació per tal d'evitar-ho.

d) L'eliminació activa i la possibilitat de reciclar les deixalles espacials

En termes similars, partint de l'article IX, es podria considerar un deure implícit dels Estats en l'eliminació activa de les deixalles espacials, així com la possibilitat de reciclar-les, de forma coherent amb les *Directrius relatives a la sostenibilitat a llarg termini de les activitats en l'Espai Exterior*³⁸ (en particular, la Directiu D.2, d'Investigar i estudiar noves mesures per a gestionar la població de deixalles espacials a llarg termini). Aquestes directrius tampoc tenen caràcter jurídicament vinculant.

e) L'assignació de la càrrega financera i la transferència tecnològica.

³⁷ UNITED NATIONS. OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS. (2010). *Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*.

³⁸ NACIONES UNIDAS. (21/6/2019). *Directrices relativas a la sostenibilidad a largo plazo de las actividades en el Espacio Exterior de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Exterior con Fines Pacíficos*

Les mesures de mitigació i eliminació de les deixalles espacials impliquen uns costos econòmics i tecnològics. Aquesta darrera qüestió planteja qui hauria de fer-los front. Com ja s'ha vist, les deixalles espacials poden provocar danys a naus o a la superfície. El règim legal internacional determina la responsabilitat dels Estats per les activitats que realitzin a l'Espai Exterior, essent responsables pels danys causats a altres actors en l'òrbita terrestre o en altres àmbits de l'Espai Exterior. Per tant, cada Estat esdevé responsable dels danys que puguin produir les seves pròpies deixalles espacials. Malauradament, aquesta premissa no contempla els casos de deixalles espacials de les quals no se'n pugui identificar l'origen.

Cal tenir en compte també que el *Conveni sobre la responsabilitat internacional per danys causats per objectes espacials* (en vigor des de 1972, ratificat per l'Estat Espanyol) estableix les regles de responsabilitat en aquest àmbit - encara que, sovint, és difícil de determinar.³⁹ Aquí és necessari distingir entre dues situacions possibles: es pot produir que un Estat compleixi amb diligència les seves obligacions internacionals, però que acabi materialitzant-se qualsevol dels riscos intrínsecs a les deixalles espacials; o bé que l'Estat no hagi complert amb les seves obligacions i conseqüentment s'hagi causat el sinistre. En el segon supòsit, a més de la responsabilitat internacional que també generaria el primer, generaria responsabilitat per fets internacionalment il·lícits, que l'article VI del Tractat de l'Espai Exterior determina per les "activitats nacionals" a l'Espai. En contraposició, la primera noció de responsabilitat es vincula exclusivament als "objectes espacials"; la qual cosa pot ser problemàtica, en tant que, com ja s'ha exposat en el primer apartat d'aquest capítol, hi ha una certa controvèrsia respecte si les deixalles espacials ostenten o no la categoria d'objectes espacials.

Vistes totes les qüestions que planteja el problema de les deixalles espacials, en el capítol que segueix es tractaran les solucions jurídiques que el Dret hi pot oferir.

³⁹ En casos de col·lisions entre dos objectes espacials, s'hauria de provar tant la culpa com la relació causal entre l'activitat de l'Estat i el dany efectivament produït.

CAPÍTOL III.

SOLUCIONS JURÍDIQUES AL PROBLEMA DE LES DEIXALLES ESPACIALS

En el capítol anterior s'ha analitzat l'amenaça que suposen les deixalles espacials i els problemes jurídics que presenta la seva (no) regulació, així com els principals actors que intervenen en aquest àmbit i les respectives propostes que han impulsat. Tot i això, s'ha vist que el problema de les deixalles espacials no només no s'ha reduït, sinó que segueix augmentant progressivament (veure annex).

La finalitat doncs d'aquest tercer capítol és la d'estudiar la viabilitat i eficàcia de possibles solucions que pot oferir el Dret per a regular de manera exitosa la creació, situació i eliminació definitiva de les deixalles de l'Espai Exterior.

A. LA RESPONSABILITAT PER DANYS CAUSATS PER LES DEIXALLES ESPACIALS

El règim de responsabilitat per danys provocats per objectes espacials s'ha mencionat anteriorment⁴⁰ i és indubtablement un dels punts claus de les qüestions jurídiques que planteja el problema de les deixalles espacials.

Ratificat per l'Estat Espanyol, el *Conveni sobre la responsabilitat internacional per danys causats per objectes espacials* de 1972 regula els danys que puguin produir les institucions o les empreses a través dels seus objectes espacials. En cap dels seus 28 articles es menciona el terme "deixalles espacials", però en l'article I es declara que cal entendre que el terme "objecte espacial" inclou les parts components d'un objecte espacial, així com el vehicle propulsor i les seves parts.⁴¹ Per tant, si un fragment se'n desprèn, o si el propi objecte espacial esdevé inoperatiu, a efectes d'aquest conveni se segueix considerant un objecte espacial i com a tal, subjecte a l'eventual responsabilitat que pogués fer emergir.

D'aquest conveni cal destacar que preveu un règim de responsabilitat absoluta (excepte si es demostra que el demandant va obrar amb negligència greu o amb omissió dolosa)⁴² pels danys que un objecte espacial pugui produir a la superfície de la Terra o sobre aeronaus.⁴³ S'entén

⁴⁰ Veure Capítol 2, apartat A.2.

⁴¹ *Instrumento de ratificación del Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales, hecho en Londres, Moscú y Washington el 29 de marzo de 1972*. BOE núm. 106, de 2 de mayo de 1980.

⁴² Concretament, es disposa en l'article VI.

⁴³ De nou esdevé rellevant la distinció entre aeronàutica i astronàutica, desenvolupada al Capítol 1.

per danys la pèrdua de vides humanes, lesions corporals o altres perjudicis per a la salut, així com la pèrdua de béns o altres perjudicis causats a béns d'Estats o persones físiques o morals, o d'organitzacions internacionals intergovernamentals. En canvi, la responsabilitat en cas que els danys es produeixin en l'àmbit de l'Espai Exterior només emergirà en cas que hagi intervingut culpa.

Aquest últim supòsit implica que si un actor ha actuat diligentment però tot i així acaba produint deixalles espacials, no és responsable pels danys que puguin produir aquestes en l'Espai Exterior. Tampoc aclareix què succeeix amb aquells objectes espacials (o, més freqüentment, deixalles espacials) dels quals no és possible identificar-ne l'origen. En ambdues situacions; les deixalles espacials no tenen cap responsable.

Es fa evident per tant que el *Conveni sobre la responsabilitat internacional per danys causats per objectes espacials* té diverses mancances. En primer lloc, perquè omet regular específicament les deixalles espacials remetent-se a un terme genèric com "objecte espacial", que presenta unes característiques essencialment diferents (per exemple, la facilitat per rastrejar-los). En segon lloc, perquè no estableix una responsabilitat absoluta pels objectes espacials també en l'àmbit Exterior, fet que incentivaria molt més les precaucions per part dels actors espacials per tal d'evitar produir les perilloses deixalles espacials. En tercer lloc, perquè ha fracassat en desincentivar els comportaments disciplinats, ja que les sancions són majoritàriament percebudes com a meres tarifes que, pagant-les, els legitimen i justifiquen legalment.⁴⁴ A més, el fet que determinats actors estiguin en disposició de pagar les sancions, sabent que obtindran un benefici superior; mentre que d'altres no hi puguin fer front, suposa un greuge en termes d'igualtat entre Estats.

Cal recordar que el Conveni es va establir l'any 1972. Mig segle després, caldria un marc legal que sancionés no només pels danys directament provocats per les deixalles espacials, sinó també penalitzant el perjudici global que suposa posar en perill la sostenibilitat de l'Espai Exterior en el seu conjunt. Aquesta penalització no hauria de ser exclusivament econòmica: també podria imposar-se la prohibició d'accedir a l'Espai Exterior durant un temps determinat, en funció de la gravetat dels fets.

Una altra idea seria, en comptes d'establir sancions posteriorment als danys causats, un sistema universal de quotes de contaminació que obligués a pagar pels objectes espacials en òrbita.⁴⁵

⁴⁴ ESQUIVEL, María de las Mercedes (2013). *Basura espacial: un problema jurídico de la época*. Aequitas, Vol. 7, Núm. 19

⁴⁵ COHEN, Ariadne. (28/05/2020). *Space junk is a problem. Economists say we can fix it with a \$235,000 tax on each satellite*. FAST COMPANY <https://www.fastcompany.com/90510129/space-junk-is-a-problem-economists-say-we-can-fix-it-with-a-235000-tax-on-each-satellite>

Aquestes quotes, inspirades en les taxes de carboni o de pesca, podrien compensar els costos col·lectius que suposa l'exploració de l'Espai Exterior i utilitzar-se per finançar sistemes de recollida i eliminació de les deixalles espacials.

B. ALTRES SOLUCIONS DE DRET INTERNACIONAL

Es poden classificar les mesures de reducció de les deixalles espacials en dues categories: les que limiten la generació de deixalles espacials a curt termini (reduint la producció de residus durant les missions i prevenint desintegracions) i les que limiten la seva perpetuació a llarg termini (establint procediments al final de les respectives missions que retirin a l'objecte espacial de les òrbites amb altres objectes en funcionament).⁴⁶

En el segon capítol s'han enumerat el conjunt de disposicions que actualment existeixen en el marc internacional respecte al problema de les deixalles espacials. En aquest apartat, s'estudiarà la viabilitat i l'eficàcia de les possibles mesures que el Dret pot oferir. Per fer-ho, es classificaran entre mesures de *Soft Law* i mesures de *Hard Law*.

1. Les mesures de *Soft Law*

El concepte de *Soft Law* (literalment, "Dret tou") en el Dret Internacional Públic s'utilitza per anomenar aquells actes jurídics que sense tenir força vinculant obligatòria contenen les pautes inspiradores d'una futura regulació d'una matèria, obrint pas a un posterior procés de formació normativa.⁴⁷ Paradigmàtiques són, doncs, les Directrius sobre la reducció de deixalles espacials impulsades pel COPUOS i aprovades per les Nacions Unides (veure Capítol 2 apartat E), que sense tenir caràcter jurídicament vinculant, pretenen establir unes pautes que permetin solucionar aquest problema.

El gran avantatge de les mesures de *Soft Law* com les directrius sobre la reducció de les deixalles espacials és la seva viabilitat: la relativa facilitat per formular-les i difondre-les. Com que la seva aplicació és voluntària, els Estats no són tan reticents a adoptar-les; i si la majoria dels actors es comprometen seriosament en la seva posada en pràctica, poden acabar esdevenint útils.

⁴⁶ COPUOS. *Directrices para la reducción de desechos espaciales de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Exterior con Fines Pacíficos*. <https://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/COPUOS-GuidelinesS.pdf>

⁴⁷ Definició del *Diccionario panhispánico del español jurídico*.

No obstant, el problema és justament aquest últim condicionant. Precisament per la manca de caràcter jurídicament vinculant de les directrius, se segueixen produint excessives deixalles espacials. De fet, s'estima que únicament entre un 15% i un 30% dels satèl·lits han complert les directrius durant l'última dècada. Conseqüentment, l'any 2020 es van superar per primera vegada els 80.000 metres quadrats d'àrea total d'objectes espacials.⁴⁸ A més, el *Soft Law* també demostra ser particularment feble quan s'utilitza com a mecanisme per a regular activitats militars en un espai altament insegur com és l'Exterior,⁴⁹ com s'ha vist, entre d'altres, amb el fracàs del *Codi Internacional de Conducta per Activitats en l'Espai Exterior*, impulsat per la Unió Europea el 2008.⁵⁰

Certament les mesures de *Soft Law* poden tenir èxit en establir una regulació eficaç per a la mitigació de les deixalles espacials si s'esdevé un consens internacional sobre la importància del seu compliment i aquest compromís es manté durant un termini de temps suficient. Malauradament, s'ha fet evident que, per sí soles, les directrius de caràcter voluntari no aconseguen involucrar una majoria significant d'actors perquè les compleixin i tinguin un efecte real. A més, el risc que es produeixi el síndrome de Kessler implica que la solució no es pot demorar indefinidament, fent-se necessària una regulació eficaç el més aviat possible.

2. Mesures de *Hard Law*

En contraposició a la noció de *Soft Law*, el *Hard Law* ("Dret dur" en llengua anglesa) inclou tots aquells instruments o pràctiques generals el compliment de les quals pot ser exigint per les vies institucionals de solució de conflictes i derivar en la responsabilitat internacional de l'Estat. En són paradigmàtics els Tractats que els Estats signen i ratifiquen, i despleguen efectes jurídicament vinculants sobre ells. Des d'aquesta perspectiva, les normes contingudes en el *Conveni sobre la responsabilitat internacional per danys causats per objectes espacials* de 1972 tenen eficàcia de *Hard Law* per a l'Estat Espanyol, així com de la resta d'Estats que formen part de l'esmentat. També recauria en aquesta classificació la resta del *Corpus Iuris Spatialis*.

Comparativament, les mesures de *Hard Law* despleguen els seus efectes tan bon punt esdevenen d'aplicació: no cal esperar a llarg termini per comprovar la seva efectivitat o a que

⁴⁸ EUROPEAN SPACE AGENCY. (12/10/2020). *The current state of space debris*. Portal web.

⁴⁹ El cas del satèl·lit FY-1C que el govern xinès va destruir en òrbita el 2007 n'és un clar exemple.

⁵⁰ BEARD, Jack M. (5/4/2017). *Soft Law's Failure on the Horizon: The International Code of Conduct for Outer Space Activities*. 38 U. PA. J. INT'L L. 335

es consolidin com a pautes de conducta globals. En el cas de les deixalles espacials, això és innegablement un avantatge, perquè el factor temps és determinant per evitar l'empitjorament de la situació.

Per altra banda, el desavantatge d'aquestes normes és la dificultat d'assolir un acord vinculant suficientment ampli entre els actors espacials; cosa que, en matèria de deixalles espacials, encara no s'ha pogut aconseguir. No obstant això, vist l'escàs èxit de les normes de *Soft Law* en aquest camp,⁵¹ sembla que l'única alternativa possible al preocupant creixement de les deixalles espacials és imposar normes d'obligat compliment que acabi definitivament amb l'al·legalitat actual.

C. SOLUCIONS DE DRET INTERN DELS ESTATS

Mitjançant el Dret Internacional Públic es pot regular el Dret de l'Espai Exterior en condicions més òptimes, ja que s'assegura la implicació de la majoria dels Estats. No obstant, els Estats també poden establir lleis internes que, sense contravenir els Tractats establerts, puguin contribuir a la mitigació de les deixalles espacials; com ara fent jurídicament vinculants els protocols i directrius internacionals per a la reducció de les deixalles espacials per tal que les seves pròpies agències espacials hagin de complir-les forçosament.

Alguns Estats més rellevants en l'àmbit espacial ja han instaurat normatives en relació al problema de les deixalles espacials. L'any 2001, els Estats Units van fixar un conjunt de pràctiques per la NASA i pel sector militar.⁵² Aquestes són:

1. Reentrada de l'objecte espacial a l'atmosfera de tal manera que es limitarà la seva vida en un màxim de 25 anys després del final de la missió.
2. Maniobrar l'objecte espacial perquè romangui en una de les quatre òrbites d'aparcament (*també conegudes com a "òrbites cementiri"*).⁵³
3. Retirar l'estructura de l'objecte espacial tan aviat com sigui possible posteriorment al final de la seva missió.

⁵¹ De fet, un sector de la doctrina pronostica que el fracàs del *Soft Law* és a l'horitzó (BEARD, 2017).

⁵² U.S. GOVERNMENT. *Orbital Debris Mitigation Standard Practices*.
https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/library/usg_od_standard_practices.pdf

⁵³ Aquestes zones d'aparcament o de cementiri són molt àmplies i es troben en els següents altituds: 2000-19700 km, 20700-35300 km; per sobre dels 36100 km o més enllà de l'òrbita terrestre.

Cal dir que aquestes normes tampoc han estat suficients, i actualment es planteja que 25 anys podria ser un lapse temporal excessivament benigne per a l'efectiva destrucció de les deixalles espacials.⁵⁴ A més, les òrbites d'aparcament són únicament una solució a curt termini.

Per altra banda, l'ESA, vinculant als Estats que la conformen, va impulsar el 2008 una sèrie de requeriments tècnics amb la finalitat de restringir la creació de deixalles espacials en els seus projectes.⁵⁵ També cal destacar l'esforç de l'Organització de Recerca Espacial de l'Índia (ISRO), que a més de diverses regulacions tècniques respecte a les deixalles espacials, és un membre actiu del CICDE i del comitè del COPUOS.

D. LA SOSTENIBILITAT ESPACIAL

L'Espai Exterior, per les seves característiques, és un àmbit únic i incomparable amb cap dels incomptables ecosistemes de la Terra. No obstant això, s'ha vist que també pot ser afectat per l'activitat humana; de tal manera que, si aquesta es produeix de manera irresponsable i descontrolada, pot acabar convertint l'Espai en un lloc inhòspit i estèril: inaccessible per a la humanitat i inutilitzable de la manera com s'ha aprofitat les sis últimes dècades.

Cal recordar que l'article I del Tractat de l'Espai declara que l'exploració i ús de l'Espai estarà obert a tots els països i que hi haurà llibertat d'accés al mateix. Però, de produir-se el síndrome de Kessler (una destructiva reacció en cadena que destrueix la totalitat de satèl·lits i els convertís en una incommensurable nebulosa de deixalles), l'Espai esdevindria inaccessible i impracticable durant un temps indefinit. Seria massa arriscat posar en òrbita noves missions, perquè al haver-hi tantes noves deixalles espacials el perill de col·lisió (i, conseqüentment, de produir encara més residus) esdevindria massa elevat. Es contravindria així el primer article del primer Tractat que va acordar la comunitat internacional sobre com s'havia de fer el descobriment de l'Espai.

També es pot plantejar si les mesures per a la protecció del medi ambient haurien de ser d'aplicació per a l'Espai Exterior. Al cap i a la fi, les deixalles espacials no són sinó una expressió més de la contaminació que empitjora les condicions de vida del planeta on vivim. D'aquesta idea sorgeix el concepte de la *sostenibilitat espacial*. La fundació *Secure World*, que la té per objectiu, defineix la sostenibilitat espacial com la capacitat de tota la humanitat de

⁵⁴ FOUST, JEFF (9/12/2019). *U.S. government updates orbital debris mitigation guidelines*. SpaceNews.

⁵⁵ UNOOSA (1/9/2015). *ESA SPACE DEBRIS MITIGATION FOR AGENCY PROJECTS*. Space debris mitigation standards.

https://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/ESA_space_debris_mitigation_for_agency_projects.pdf

poder continuar utilitzant l'Espai Exterior per a fins pacífics i beneficis socioeconòmics a llarg termini.⁵⁶ És tan evident que la generació de deixalles espacials contravé la sostenibilitat espacial, que s'ha inclòs aquest problema dins del terme *ecocidi*, que forma part del que es coneix com a Jurisprudència de la Terra.⁵⁷ Tot i això, aquests conceptes encara no estan consolidats.

L'exemple més flagrant d'atemptat contra la sostenibilitat espacial⁵⁸ és l'ús de míssils anti-sal·tèlits (ASAT, per les seves sigles en anglès), com el cas de la prova xinesa de l'any 2007, que va destruir en òrbita el satèl·lit FY-1C. Aquestes accions no només creen una quantitat desmesurada de deixalles espacials, sinó que de cap manera es pot entendre que realitzin un ús pacífic de l'Espai Exterior com determina el Tractat de l'Espai de 1966 o el propi COPUOS. De fet, l'Institut de les Nacions Unides per a la investigació del Desarmament (UNIDIR) ha reconegut l'efecte perjudicial de les deixalles espacials sobre el medi ambient;⁵⁹ uns efectes que persistiran indefinidament en el temps fins que no s'hi posi remei.

Durant les darreres dècades, la societat civil ha estat molt implicada pel que fa a la defensa del medi ambient, com es pot comprovar amb l'èxit de la recent iniciativa *Fridays for Future* i ha aconseguit que els Estats tanquessin importants acords per a protegir-lo, el darrer d'aquests, l'Acord de París pel Clima de 2015. Aquest Acord estableix un conjunt de mesures enfocades a mitigar l'impacte ambiental dels Estats per frenar l'increment de la temperatura global.⁶⁰ Amb aquesta finalitat, es preveu que cada Estat hagi de rendir comptes per les emissions de carboni que produeixi. Com es pot veure, aquesta és una idea semblant a la que ja s'ha mencionat al principi del present capítol. L'establiment de quotes per aquells Estats que situïn objectes espacials en l'Espai Exterior garantiria tant la compensació en cas de sinistre com incentivaria als actors espacials a perfeccionar els seus propis sistemes de mitigació de deixalles espacials.

Aquest concepte és actualment defensat per un sector important de la comunitat científica.⁶¹ No obstant això, encara no es preveu l'establiment d'aquest sistema a nivell internacional; a

⁵⁶ SECURE WORLD FOUNDATION. (5/4/2019). *Space Sustainability*. Portal web. <https://swfound.org/our-focus/space-sustainability/>

⁵⁷ GAIA FOUNDATION (19/8/2014). *The story of earth jurisprudence*. Portal web.

⁵⁸ Juntament amb la mineria espacial, que suposa també un greu problema del Dret de l'Espai.

⁵⁹ ANDREWS, Jane. (9/2/2021). *The international crime of Ecocide: regulating environmental degradation in Outer Space*. Space legal issues. <https://www.spacelegalissues.com/the-international-crime-of-ecocide-regulating-environmental-degradation-in-outer-space/>

⁶⁰ NACIONES UNIDAS. (12/12/2015). *Acuerdo de París*. Artículo 4.

⁶¹ COHEN, Ariadne. (28/05/2020). *Space junk is a problem. Economists say we can fix it with a \$235,000 tax on each satellite*. FAST COMPANY

diferència del que ha succeït amb els Acords pel Clima. Una possible explicació es troba en que, a diferència del que succeeix amb la crisi climàtica, la societat civil no està conscienciada respecte aquest problema i, consegüentment, aquesta no s'ha involucrat per exigir una solució, de tal manera que els governs dels Estats no han rebut pressió per implementar polítiques més rigoroses en aquest àmbit.

CONCLUSIONS

El diumenge 7 de maig de 2021 el món estava pendent del coet *Long March 5B*. Però aquesta atenció no es devia al fet que vehicle espacial fos a punt d'assolir una fita científica o històrica; sinó perquè orbitava de manera descontrolada al voltant del nostre planeta i acabaria impactant, amb les seves 20 tones i a una velocitat de 28000 km/hora, contra qualsevol punt de la Terra. Finalment, les restes del *Long March 5B* van caure a l'Oceà Índic i no es van haver de lamentar danys. De fet, molts especialistes ja portaven dies assegurant que la probabilitat que aquella deixalla espacial caigués sobre una zona habitada era molt baixa. Però hi era. Les restes del *Long March 5B* van caure a l'Oceà Índic, com podrien haver caigut al centre Tokio, o al cor de Lagos, o a la densament poblada Dacca, o a la Plaça Catalunya de Barcelona. I la pregunta és *per què* la humanitat havia de tolerar aquest risc, per més petit que fos, quan es podria haver evitat? Per què les potències espacials continuen jugant a la ruleta russa amb el síndrome de Kessler; per què permeten que vint tones de ferralla s'estavellin a una velocitat meteòrica sobre el nostre (únic) planeta, apostant que caurà al mar en comptes de sobre la casa d'algú? S'assumeixen riscos calculats, quan els danys que es produirien són incalculables.

La primera conclusió del present estudi és, doncs, la constatació que les mesures preses fins ara per a la mitigació de les deixalles espacials han resultat clarament ineficaces. Ni les directrius del COPUOS, ni les directrius del CICDE, ni cap de les recomanacions dels organismes internacionals s'han complert amb el grau mínim imprescindible per revertir la greu i urgent situació. Tampoc cap dels deu tractats i declaracions de principis que conformen el *Corpus Iuris Spatialis*, el Dret de l'Espai Exterior en sentit estricte, contemplen aquest problema. El nombre de deixalles espacials segueix creixent cada any, i l'entrada de nous actors espacials compromet també la sostenibilitat a llarg termini de l'ús i l'exploració de l'Espai Exterior si els projectes que s'estan impulsant no prenen mesures per evitar que els objectes que es llancen a l'òrbita no s'acabin convertint en deixalles espacials.

En aquest sentit, dissenyar i llançar un objecte espacial preveient que aquest contribuirà en tot o en part a la creació de deixalles espacials podria contravenir els articles I i IX del Tractat sobre l'Espai Exterior, que preveuen l'accés i exploració per a tots els Estats i l'obligació d'evitar contaminacions nocives respectivament. Així, si es generen de manera conscient o negligent deixalles espacials, augmenta el risc del síndrome de Kessler, que de materialitzar-se, es pronostica que provocaria un nombre tal de deixalles espacials en l'òrbita baixa terrestre que seria inviable situar-hi nous objectes espacials o enviar missions més enllà d'aquesta. Per tant, amb la producció de deixalles espacials, es restringeix la possibilitat d'accedir a l'Espai

Exterior, la qual cosa suposaria una vulneració de l'article I, a més d'una contaminació nociva (article IX). Tot i això, es podria admetre la producció puntual i controlada de deixalles pels països en vies de desenvolupament que encara no disposen de suficients recursos o tecnologia com per accedir a l'Espai Exterior sense generar-ne; precisament per complir l'article I i garantir que l'Espai Exterior és obert a totes les nacions.

Havent comprovat que les mesures de *Soft Law* han resultat ineficaces, l'única solució jurídica possible és que es promulguin normes vinculants que regulin l'activitat dels actors (nous i tradicionals) en l'Espai Exterior. Certament, alguns Estats i agències espacials ja han establert protocols per mitigar les deixalles espacials; però per si sols tampoc han aconseguit reduir la quantitat de deixalles en òrbita; i al tractar-se d'una patologia planetària, si el compliment d'aquestes normes no són exigibles a tots els Estats que intervenen en l'Espai Exterior, esdevenen inútils. Entre aquestes normes internacionals jurídicament vinculants hi hauria d'haver, abans que res, la prohibició terminal d'utilitzar armament com els míssils anti-satèl·lits (ASAT), fins i tot contra els satèl·lits que siguin propietat del mateix Estat que utilitza l'esmentada arma. Més enllà que puguin representar una vulneració del principi d'ús i exploració pacífics en què s'inspira bona part del Dret de l'Espai Exterior, suposen la principal causa de generació de deixalles espacials, amb el greuge afegit que l'ús d'aquestes armes no es realitza per a cap benefici científic, tecnològic, ni de telecomunicacions. També podria ser convenient ampliar la responsabilitat a absoluta pels danys que les deixalles espacials puguin causar en l'Espai, que actualment només s'estableix si hi ha intervingut dol o culpa. Per més protocols tècnics que es formulin, res incentivaria més als actors espacials a assegurar-se que el seu objecte espacial no desprèn deixalles ni roman en l'òrbita terrestre posteriorment a quedar inoperatiu que una sanció severa - adequada, al cap i a la fi, al dany incommensurable que s'està contribuint a produir -. Per altra banda, seria interessant estudiar la proposta d'establir un sistema de quotes. Aquestes quotes, talment com taxes ambientals, tindrien la funció de gravar a tots aquells Estats que tinguin objectes espacials en òrbita. Amb els guanys es podrien compensar els danys que eventualment les deixalles espacials poguessin causar i, alhora, es podrien invertir en projectes d'eliminació activa de deixalles espacials, la qual cosa asseguraria la viabilitat present i futura de l'ús i l'exploració de l'Espai Exterior.

Ara bé, la qüestió és com aconseguir que la comunitat internacional dugui a terme aquestes mesures. L'Organització de les Nacions Unides està ben posicionada per prendre la iniciativa: l'Oficina de Nacions Unides per Assumptes de l'Espai Exterior (UNOOSA) i la Comissió sobre la Utilització de l'Espai Exterior amb fins pacífics (COPUOS) porten anys treballant en aquest

afer. També coneix bé la problemàtica de les deixalles espacials el Comitè Interinstitucional de Coordinació en matèria de Deixalles Espacials (CICDE); que compta amb el suport de les principals agències espacials mundials. Però cap d'aquests organismes per si sol pot solucionar el problema de les deixalles espacials. Cal, per això, la implicació activa dels Estats, que es comprometin i s'obliguin jurídicament a complir amb els protocols de mitigació i adoptin mesures que assegurin que l'Espai Exterior segueixi essent un lloc segur i sostenible.

Malauradament, no sembla que la qüestió de les deixalles espacials estigui, com a mínim visiblement, en l'agenda dels governs. I aquest fet sorprèn, sobretot veient la gravetat (i, sobretot, urgència) de la situació. L'amenaça, seriosa i creixent, que suposen les deixalles espacials és encara pràcticament desconeguda per a la majoria de la societat, cosa que contrasta amb la gran implicació i sensibilitat que actualment es té amb la crisi mediambiental. Això no deixa de ser paradoxal, en tant que les deixalles espacials no són sinó també un problema de contaminació que compromet la sostenibilitat del medi ambient. L'Espai Exterior, i concretament, l'òrbita baixa terrestre, és un indret que ofereix tantes possibilitats a la humanitat, com és vulnerable a les accions nocives que hi realitza la nostra espècie. I, de fet, les deixalles espacials, a diferència del que succeeix amb d'altres problemes com el climàtic, perjudiquen la humanitat pràcticament de manera exclusiva, ja que podrien arribar a bloquejar-li l'accés a l'Espai Exterior i comprometre el seu futur més enllà de la Terra, a més de destruir els satèl·lits que faciliten tant el dia a dia de la societat. Allò que semblaria un problema remot, podria acabar afectant la humanitat molt directament. Cal, per tant, que es prengui consciència i es reclami als governs que s'involucrin per acabar amb la contaminació espacial; sigui mitjançant un nou Tractat en el marc del Dret de l'Espai Exterior, sigui considerant-se com un assumpte mediambiental i s'estengui des dels Acords pel Clima.

Ara més que mai, el Dret ha d'estar a l'altura de les circumstàncies. Concretament, a l'altura de l'òrbita terrestre. En última instància, el Dret aspira a ser la racionalització en un món càotic per naturalesa. Davant el problema de les deixalles espacials, ha d'establir les bases perquè la ciència, la tecnologia i el coneixement puguin desplegar els seus beneficiosos efectes. De no ser així, la humanitat s'arrisca a quedar atrapada dins el núvol d'escombraries que ella mateixa ha creat.

BIBLIOGRAFIA

ANDREWS, Jane. (9/2/2021). *The international crime of Ecocide: regulating environmental degradation in Outer Space*. Space legal issues.

BEARD, Jack M. (5/4/2017). *Soft Law's Failure on the Horizon: The International Code of Conduct for Outer Space Activities*. 38 U. PA. J. INT'L L. 335

BIOSCA, Patricia. (30/5/2020). *¿Por qué las empresas privadas han aterrizado en la nueva carrera espacial?* ABC Ciencia, Madrid.

CENTER FOR SPACE STANDARDS & INNOVATION. (5/12/2007). *Chinese ASAT Test*. Portal web. Recuperat de: <http://www.centerforspace.com/asat/>

COHEN, Ariadne. (28/05/2020). *Space junk is a problem. Economists say we can fix it with a \$235,000 tax on each satellite*. FAST COMPANY. Recuperat de: <https://www.fastcompany.com/90510129/space-junk-is-a-problem-economists-say-we-can-fix-it-with-a-235000-tax-on-each-satellite>

DELGADO LÓPEZ, Laura; JOHNSON D., Christopher; SAMSON, Victoria; SIMPSON, Michael; WEEDEN, Brian. (2014). *The Importance of the United Nations Guidelines for the LongTerm Sustainability of Space Activities and Other International Initiatives to Promote Space Sustainability*. OASIS, n. 20.

EL MUNDO INFINITO. (18/3/2019). *¿Qué son los cuerpos celestes?* El Mundo Infinito. Recuperat de: <https://elmundoinfinito.com/cuerpos-celestes/>

ESQUIVEL, María de las Mercedes. (2013). *Basura espacial: un problema jurídico de la época*. Aequitas, Vol. 7, Núm. 19.

FOUST, JEFF. (9/12/2019). *U.S. government updates orbital debris mitigation guidelines*. SpaceNews.

GAIA FOUNDATION. (19/8/2014). *The story of earth jurisprudence*. Portal web. Recuperat de: <https://www.gaiafoundation.org/what-we-do/story-of-origin-growing-an-earth-jurisprudence-movement/>

LÓPEZ-BASSOLS, Hermilo. (2008). *Los nuevos desarrollos del Derecho Internacional Público*, 3ª ed., Editorial Porrúa, México.

MARÍN, Daniel. (9/2/2021). *Proyecto West Ford: cuando la Tierra estuvo rodeada por millones de agujas de metal*. Eureka.

MARLECK RIOS NAVA, Lourdes. (1/6/2019). *La evolución del Derecho Espacial y sus repercusiones en el Derecho Internacional*. Corpus Iuris (revista digital).

NAVARRO PERAL, Manuela. (18/1/2016). *Introducción al Derecho Espacial*. Hispaviación espacio.

O'CALLAGHAN, Jonathan. (4/5/2016). *What is space junk and why is it a problem?* Natural History Museum. Portal web.

PASTOR RIDRUEJO, José A. (2015). *Curso de Derecho Internacional Público y Organizaciones Internacionales*, 19ª ed., Editorial Tecnos, España.

RAMÓN FERNANDEZ, Francisca. (2017). *Derecho espacial: teoría y prácticas*. Valencia: Tirant lo Blanc.

SECURE WORLD FOUNDATION. (5/4/2019). *Space Sustainability*. Portal web. Recuperat de: <https://swfound.org/our-focus/space-sustainability/>

FONTS DOCUMENTALS

COPUOS. *Directrices para la reducción de desechos espaciales de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Exterior con Fines Pacíficos*. Recuperat de:

<https://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/COPUOS-GuidelinesS.pdf>

ESA. (29/9/2020). *ESA's Annual Space Environment Report*. Recuperat de:

https://www.sdo.esoc.esa.int/environment_report/Space_Environment_Report_latest.pdf

ESA. (8/1/2021). *Space debris by the numbers*. Portal web. Recuperat de:

http://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers

ESA. *Mitigating space debris generation*. Portal web. Recuperat de:

http://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Mitigating_space_debris_generation

ESA. (12/10/2020). *The current state of space debris*. Portal web. Recuperat de:

https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/The_current_state_of_space_debris?fbclid=IwAR1b6bgm142mrH_k6-pcd4B7iHUiB0oAnjI0qWUj_PufH_a16muUH-3aYt0

FÉDÉRATION AÉRONAUTIQUE INTERNATIONALE (20/11/2018). *Statement about the Karman Line*. Recuperat de: <https://www.fai.org/news/statement-about-karman-line>

Instrumento de ratificación del Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales, hecho en Londres, Moscú y Washington el 29 de marzo de 1972. BOE núm. 106, de 2 de mayo de 1980.

NACIONES UNIDAS. (12/12/2015). *Acuerdo de París*.

NACIONES UNIDAS. (21/6/2019). *Directrices relativas a la sostenibilidad a largo plazo de las actividades en el Espacio Exterior de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Exterior con Fines Pacíficos*

NASA. *Columbia Accident Investigation Report*, Volume II Appendix D.10

NASA. (2020). *FY 2020 BUDGET ESTIMATES*. Recuperat de:

https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy2020_summary_budget_brief.pdf

RESOLUCIÓN 2222 (XVI): *Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del Espacio Exterior, incluso la Luna y otros cuerpos celestes*

UNOOSA. (2020). *Treaty Status*. Portal web. Recuperat de:

<https://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/treatystatus/TreatiesStatus-2020E.pdf>

UNOOSA. *History*. Portal web. Recuperat de:

<https://www.unoosa.org/oosa/en/aboutus/history/index.html>

UNOOSA. *Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*. Portal web.

<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/index.html>

UNOOSA. (1/9/2015). *ESA SPACE DEBRIS MITIGATION FOR AGENCY PROJECTS*. Space debris mitigation standards. Recuperat de:

https://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/ESA_space_debris_mitigation_for_agency_projects.pdf

UNOOSA. (2010). *Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*.

UNOOSA. (3/2/2011). *Towards Long-term Sustainability of Space Activities: Overcoming the Challenges of Space Debris*. Recuperat de:

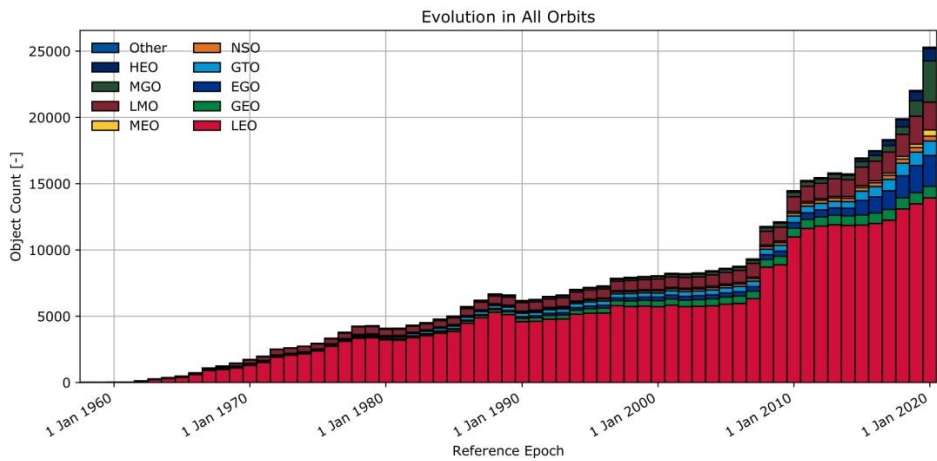
https://www.unoosa.org/pdf/limited/AC105_C1_2011_CRP14E.pdf

U.S. GOVERNMENT. (11/2019). *Orbital Debris Mitigation Standard Practices*. Recuperat de:

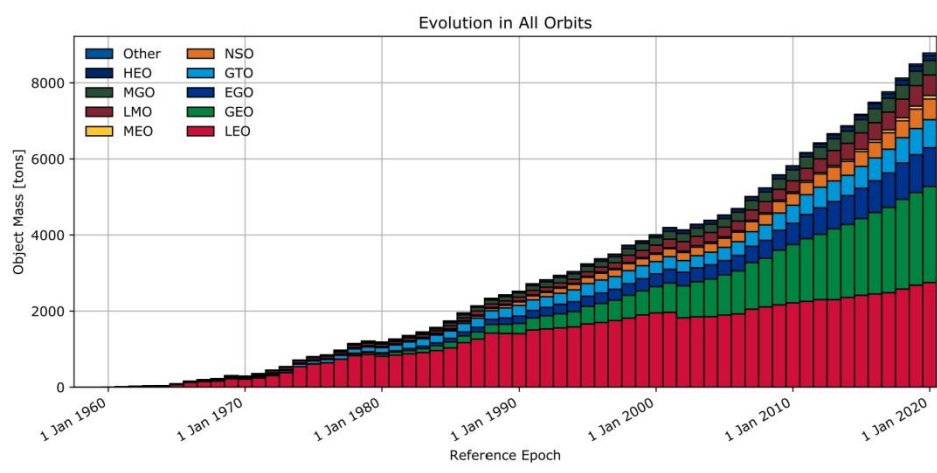
https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/library/usg_od_standard_practices.pdf

ANNEX

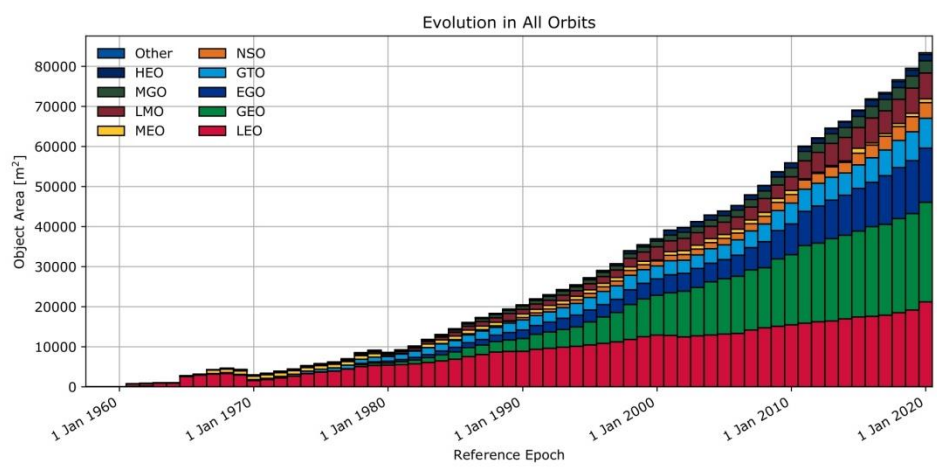
Evolució del nombre d'objectes en l'òrbita terrestre



(a) Evolution of number of objects.



(b) Evolution of mass.



(c) Evolution of area.

Font: ESA (29/9/2020). ESA's Annual Space Environment Report. Recuperat de:
[https://www.sdo.esoc.esa.int/environment_report/Space Environment Report latest.pdf](https://www.sdo.esoc.esa.int/environment_report/Space_Environment_Report_latest.pdf)