

LAS TÉCNICAS DE DEFENSA PLANETARIA A LA LUZ DEL DERECHO INTERNACIONAL Y EL NECESARIO LIDERAZGO DEL CONSEJO DE SEGURIDAD

PLANETARY DEFENSE TECHNIQUES IN LIGHT OF INTERNATIONAL LAW AND THE NECESSARY LEADERSHIP OF THE SECURITY COUNCIL

CHRISTIAN DOMÍNGUEZ-EXPÓSITO*

SUMARIO: I. INTRODUCCIÓN. II. PROBABILIDAD DE IMPACTO DE LOS NEOs. III. LEGALIDAD DE LAS TÉCNICAS DE DEFENSA PLANETARIA. IV. EL PAPEL DEL CONSEJO DE SEGURIDAD ANTE LOS IMPACTOS CÓSMICOS. V. CONCLUSIONES. VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

RESUMEN: El presente artículo tiene como objetivo analizar el peligro que representan los impactos cósmicos de Objetos Cercanos a la Tierra (NEOs) y la limitada atención que la sociedad internacional ha venido dedicando a este tema. Tras ello, se examinarán las técnicas de defensa planetaria actualmente disponibles para hacer frente a estos impactos, evaluando su conformidad con el derecho internacional, prestando especial atención al derecho internacional espacial como *lex specialis* en esta materia. Posteriormente, se abordará el carácter destabilizador que dichos impactos pueden tener para la paz y la seguridad internacionales. En este contexto, se destacará el papel esencial que debería desempeñar el Consejo de Seguridad para enfrentar estos fenómenos cósmicos.

ABSTRACT: *This article aims to analyze the dangers posed by cosmic impacts from Near-Earth Objects (NEOs) and the limited attention that the international community has devoted to this issue. It will then examine the planetary defense techniques currently available to address such impacts, assessing their compliance with international law, with particular attention to space law as *lex specialis* in this field. Furthermore, it will explore the destabilizing effects these impacts may have on international peace and security. In this context, special emphasis will be placed on the essential role that the Security Council should play in effectively addressing these cosmic phenomena.*

PALABRAS CLAVES: NEO, impacto cósmico, técnicas de defensa planetaria, Consejo de Seguridad, amenaza a la paz.

KEYWORDS: NEO, cosmic impact, planetary defense techniques, Security Council, threat to peace.

Fecha de recepción del trabajo: 24 de junio de 2025. Fecha de aceptación de la versión final: 17 de octubre de 2025.

* Contratado Postdoctoral Formación Profesorado Universitario (FPU), Departamento de Derecho Internacional Público y Relaciones Internacionales de la Universidad de Sevilla. Miembro del Instituto Universitario de Estudios sobre América Latina (IEAL) y del Grupo de Investigación “Política y Derecho Internacional” (SEJ-119). Email: cdominguez2@us.es. El presente trabajo es resultado de una estancia de investigación en el Departamento de Derecho Europeo, Internacional y Comparado de la Universidad de Viena, financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades en el marco de las “Ayudas complementarias de movilidad destinadas a beneficiarios del programa de formación del profesorado universitario (FPU) 2024”, otorgadas en régimen de concurrencia competitiva nacional. Todas las referencias y enlaces a páginas de internet han sido consultados por última vez el 22 de septiembre de 2025.

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Unión Astronómica Internacional (IAU, por sus siglas en inglés) los Objetos Cercanos a la Tierra (NEO, por sus siglas en inglés) son asteroides y cometas ubicados a una distancia inferior a 1,3 unidades astronómicas (IAU, s.f., párr. 2), lo cual equivale a aproximadamente 194,5 millones de km de la Tierra (Centro de Estudios de Objetos Cercanos a la Tierra de la NASA [CNEOS], s.f., párr. 1).

De entre los 31.000 NEOs que se han identificado hasta la fecha, casi 2.000 han sido clasificados como Objetos Potencialmente Peligrosos (PHOs, por sus siglas en inglés). Estos son por definición asteroides y cometas que se acercan mucho más a la Tierra que otros NEOs, en concreto, a unos 7,5 millones de km o menos, y que, además, tienen un tamaño mayor a 140 metros (Oficina de las Naciones Unidas para los Asuntos del Espacio Ultraterrestre [UNOOSA], 2023: 9).

Por lo general los NEOs acaban cayendo en el Sol, o colisionando con algún planeta o nuestra Luna (Köberl y Steinkogler, 2021: 20), aunque la Tierra no se encuentra a salvo del impacto de estos cuerpos celestes. De hecho, los impactos de asteroides y cometas contra la superficie terrestre han constituido un fenómeno recurrente en la historia del planeta, con consecuencias significativas y en ocasiones catastróficas (Simó Soler, 2024: 114-121; Jonas, 2014: 1-12; Grieve y Kring, 2007: 3-24).

Uno de los ejemplos más destacados es la notable extinción masiva del Cretácico-Paleógeno, hace aproximadamente 65 millones de años, donde desapareció el 75% de las especies, incluyendo, en principio, a los dinosaurios no avianos (Lyson et al., 2019: 977-980). Durante años se habían formulado diversas hipótesis y teorías para explicar este evento, hasta que en 1980 se propuso la ampliamente conocida teoría del impacto extraterrestre como el principal desencadenante de dicha extinción (Alvarez et al., 1980: 1095-1108). Desde entonces, esta explicación ha ganado aceptación y se ha consolidado como la interpretación más plausible de aquel evento.

Otro ejemplo del devastador impacto que puede tener un suceso de tal calibre lo encontramos en el famoso “Evento de Tunguska”, un notable acontecimiento que tuvo lugar el 30 de junio de 1908 en la cuenca del río Podkamennaya Tunguska, en Siberia Central, donde la explosión de un cuerpo celeste de unos 100 metros de diámetro, cuya naturaleza exacta aún es motivo de debate científico (con una mayoría opinando que fue un asteroide y una minoría que sostiene que fue un cometa), devastó aproximadamente 2150 kilómetros cuadrados de taiga siberiana, derribando 80 millones de árboles (Longo, 2007: 303-305). Se estima que la energía cinética del impacto fue equivalente a 15 millones de toneladas de TNT, lo que corresponde a la potencia de 1500 bombas de Hiroshima (Kolesnikov et al., 2007: 291).

Más recientemente, el 15 de febrero de 2013 la ciudad de Cheliábinsk fue testigo del impacto más significativo de un cuerpo celeste desde el incidente de Tunguska. El meteoróide, de un tamaño inicial estimado de alrededor de 17-20 metros de diámetro antes de entrar en la atmósfera terrestre, acabó desintegrándose al alcanzarla, provocando que la mayor parte del mismo se vaporizara, a excepción de algunos fragmentos (Popova et al., 2013: 1069-1073). Aunque no hubo víctimas mortales, el estallido aéreo causado por la deposición de energía del meteoróide (equivalente a 500.000 toneladas de TNT, muy superior a la potencia de la explosión de la bomba de Hiroshima, que se correspondería con aproximadamente 20.000 toneladas

de TNT) resultó en más de 1600 personas heridas, principalmente por cortes provocados por cristales rotos. Además, según Popova (2021, párrs. 2-6), causó daños a 7320 edificios, con un costo total estimado en mil millones de rublos o 33 millones de euros en daños materiales.

Estos dos últimos casos exponen cómo NEOs que ni siquiera entran en la categoría de PHOs, por su tamaño, tienen el potencial de causar consecuencias devastadoras, mostrándonos que todo impacto cósmico merece nuestra atención.

II. PROBABILIDAD DE IMPACTO DE LOS NEOs

Actualmente, existen dos escalas principales utilizadas para calificar la probabilidad de impacto de los NEOs. La primera es la Escala de Turín, diseñada para facilitar la comunicación con el público mediante una escala de números del 1 al 10 que indica la gravedad del impacto, combinando la energía y la probabilidad de colisión, similar a la escala de Richter utilizada para los terremotos. Aunque su simplicidad facilita la comprensión pública, limita su utilidad técnica, ya que no considera el tiempo antes del impacto, asignando la misma calificación independientemente de si la colisión es inminente o está a décadas de distancia. Además, no es aplicable a impactos más allá de 100 años en el futuro (Chesley y Chodas, 2014: 651-662).

La segunda es la Escala de Palermo, dirigida a un público experto, que a través de una escala logarítmica, está destinada a ayudar a los analistas técnicos a categorizar y organizar la gran cantidad de soluciones de impacto potencial identificadas por los sistemas de monitoreo (Chesley y Chodas, 2014: 651-662).

Estas dos escalas, son las más utilizadas hoy en día para calificar la amenaza de los NEOs y comunicar esta información tanto a expertos como al público en general. No obstante, algunos autores han criticado el nivel de abstracción de estas escalas y han propuesto otras como la Escala de Peligro de Southampton, la cual mide el peligro de impacto en términos de tasas de mortalidad anual promedio, considerando en el momento de plasmar los datos, que las estadísticas sobre muertes anuales por asteroides están impulsadas por eventos raros que pueden estar separados por miles de años (Rumpf, 2019: 185-200).

Por su parte, la NASA (2006: 25) llevó a cabo un estudio en el que especificó de manera bastante detallada tanto las frecuencias de impacto como las consecuencias que se derivarían de diversos eventos causados por NEOs en función de su tamaño. La información se clasifica según el tipo de evento, el diámetro del objeto, el número estimado de muertes por impacto y el intervalo de tiempo entre impactos.

A continuación se presenta una descripción detallada de los datos:

- Eventos de desintegración en alta altitud: ocurren anualmente e involucran objetos con un diámetro menor de 50 metros. Al entrar en la atmósfera terrestre, estos cuerpos se desintegran y no provocan víctimas mortales.
- Eventos similares al de Tunguska: involucran objetos con un diámetro superior a 50 metros. Pueden causar aproximadamente 5000 muertes y presentan un intervalo de impacto de entre 250 y 500 años.

- Eventos regionales: se asocian con objetos de más de 140 metros de diámetro. Sus impactos pueden causar alrededor de 50.000 muertes y se producen aproximadamente cada 5000 años.
- Eventos de daño regional alto: son ocasionados por objetos que superan los 300 metros de diámetro. Tienen el potencial de causar unas 500.000 muertes y ocurren cada 25.000 años, aproximadamente.
- Eventos de efecto global bajo: implican objetos con diámetros superiores a 600 metros. Pueden provocar más de 5 millones de muertes y presentan un intervalo de impacto cercano a los 70.000 años.
- Eventos de efecto global medio: implican objetos de más de 1 kilómetro de diámetro. Estos impactos pueden causar más de 1000 millones de muertes y ocurren aproximadamente cada millón de años.
- Eventos de efecto global alto: están asociados con objetos que superan los 5 kilómetros de diámetro. Estos impactos pueden causar más de 2000 millones de muertes y se producen aproximadamente cada 6 millones de años.
- Eventos de extinción masiva: constituyen los más devastadores y están vinculados con objetos de más de 10 kilómetros de diámetro. Pueden ocasionar la extinción de gran parte de la vida en el planeta, con alrededor de 6000 millones de muertes, y ocurren aproximadamente cada 100 millones de años.

De igual forma, estudios astronómicos sobre las órbitas de pequeños cuerpos del Sistema Solar y la datación de los cráteres de impacto conocidos ofrecen otras estadísticas. Estos estudios afirman que el impacto de NEOs con un diámetro de 1-2 kilómetros, que causarían cráteres del orden de 20-40 kilómetros de diámetro, impactarán la Tierra en promedio aproximadamente una vez cada millón de años, mientras que los impactos más grandes, con el potencial de crear cráteres con diámetros de más de 100 kilómetros, son extremadamente raros y ocurren solo cada 50-100 millones de años (Koeberl y Steinkogler, 2021: 24-25).

No obstante, a pesar del establecimiento de escalas para la evaluación probabilística de la amenaza de impacto de un cuerpo celeste contra la superficie de la Tierra, y las aproximaciones estadísticas que puedan realizarse, no debemos olvidar que:

“Debido a la naturaleza estocástica de estos fenómenos podríamos enfrentarnos a un evento de estas características en cualquier momento, estando el planeta continuamente expuesto al azar de esta violencia cósmica a la que nos somete nuestro vecindario solar” (Peña Asensio et al., 2023a: 37).

En consecuencia, el hecho de que nos enfrentemos a eventos de baja probabilidad no implica que la sociedad internacional deba escatimar esfuerzos en prepararse meticulosamente para neutralizar las severas consecuencias que dichos eventos podrían acarrear, sobre todo, teniendo en cuenta que, tal y como señalan los autores, el azar nos expone en cualquier momento a eventos de esta envergadura.

Desde que los peligros que la Tierra enfrenta por posibles impactos cósmicos se han comprendido con mayor claridad en los últimos años, ha aumentado el reconocimiento de la necesidad de una estrategia coordinada para hacer frente a estos fenómenos cósmicos (Faramiñán Gilbert, 2023a: 113-115). En este contexto se ha venido desarrollando el concepto de defensa planetaria, entendiendo como tal el conjunto de actividades y acciones destinadas a predecir y mitigar el posible impacto de un asteroide o cometa contra la Tierra (Grupo Asesor para la Planificación de Misiones Espaciales [SMPAG], 2019, párr. 2). Como afirma Faramiñán Gilbert (2023b: 15), “hablar de defensa planetaria, ya no resulta una cuestión relacionada con futuros, sino una realidad que amenaza la supervivencia de los seres humanos y su convivencia, así como el desarrollo sostenible de nuestro planeta”.

En concreto, fue en 1995 cuando esta preocupación se abordó finalmente en el marco de las Naciones Unidas, específicamente durante la Conferencia Internacional sobre Objetos Cercanos a la Tierra. Organizada por la UNOOSA, esta conferencia provocó que los Estados participantes fueran más conscientes del riesgo de los NEOs y propuso la expansión de las campañas de observación existentes para detectar y rastrear estos objetos (UNOOSA, 2023: 10).

Posteriormente, el tema recibió más atención en la tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y los Usos Pacíficos del Espacio Ultraterrestre (UNISPACE III), donde se declaró la necesidad de mejorar la coordinación internacional de actividades relacionadas con objetos cercanos a la Tierra y desarrollar una estrategia común para hacer frente a tales fenómenos. Con el objetivo de implementar esta recomendación, la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (COPUOS, por sus siglas en inglés) estableció en 2001 el Equipo de Acción 14 sobre Objetos Cercanos a la Tierra (UNOOSA, 2023: 10-11), cuyo trabajo finalizó en 2013 con una serie de recomendaciones para una respuesta internacional ante el impacto de un NEO (COPUOS, 2012: 3-19; COPUOS, 2013a: 8-15), donde se propuso establecer un sistema para que los Estados compartieran información global sobre cómo detectar, seguir y estudiar físicamente NEOs que podrían representar un riesgo, al mismo tiempo que se concienciara a todos los Estados sobre los graves efectos de posibles impactos.

Dicho informe fue respaldado por la Subcomisión de Asuntos Científicos de la COPUOS en su 50º período de sesiones (2013: 36) y refrendado por la COPUOS en su 56º período de sesiones (COPUOS, 2013b: 21), para ser finalmente acogido por la Asamblea General de las Naciones Unidas (AGNU) en su resolución 68/75 de 11 de diciembre de 2013 (AGNU, 2013: 3-4).

Entre las recomendaciones planteadas se incluía la creación de “una red internacional de alerta de asteroides que reuniera a las instituciones que ya realizan muchas de las funciones que se proponen para esa red, como por ejemplo: descubrir, vigilar y caracterizar físicamente los objetos cercanos a la Tierra potencialmente peligrosos” (COPUOS, 2013a: 3), además de la creación de un grupo asesor para la planificación de misiones espaciales, cuyos cometidos serían entre otros “establecer el marco, los plazos y las opciones para iniciar y ejecutar las actividades de respuesta, informar a la comunidad encargada de la protección civil acerca de la naturaleza de los desastres causados por impactos e incorporar a esa comunidad en el proceso global de planificación de la mitigación a través de un grupo asesor para la planificación de la respuesta a desastres causados por impactos” (COPUOS, 2013a: 3).

Ambas recomendaciones se materializaron en 2014, cuando se establecieron tanto la Red Internacional de Alerta de Asteroides (IAWN, por sus siglas en inglés), cuya misión principal es coordinar los esfuerzos internacionales para detectar, seguir y caracterizar los NEOs potencialmente peligrosos (IAWN, s.f., párr. 1); como el Grupo Asesor para la Planificación de Misiones Espaciales (SMPAG, por sus siglas en inglés), cuyo principal objetivo es preparar una respuesta internacional frente a NEOs (SMPAG, s.f., párr. 2).

Asimismo, cabe destacar el papel protagonista que está adoptando la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés) en la defensa planetaria (Koschny, 2021: 86-91), que desde 2009 comenzó a ocuparse oficialmente de los NEOs que ponen en riesgo a la Tierra a través de su programa de Conciencia de la Situación Espacial, que acabó evolucionando al programa de “Seguridad Espacial” (ESA, s.f., párrs. 1-3). Entre los objetivos de defensa planetaria que la ESA persigue con dicho programa se encuentran: obtener alertas tempranas de asteroides en curso de colisión con la Tierra de más de 40 metros al menos tres semanas antes; así como desviar asteroides de menos de 500 metros al menos diez años antes de una posible colisión con la Tierra (ESA, s.f., párrs. 4-6).

A nivel nacional destaca el papel desempeñado por [EE.UU.](#), quien ha sido sin lugar a dudas el Estado más comprometido con la defensa planetaria (Andrews et al., 2021: 66-85). En este sentido, la ley S.1281 — National Aeronautics and Space Administration Authorization Act of 2005 ordenó a la NASA en su Sec. 321 la implementación de un programa de estudio de objetos cercanos a la Tierra para detectar, rastrear, catalogar y caracterizar las características físicas de los objetos cercanos a la Tierra (ciertos asteroides o cometas) iguales o mayores a 100 metros de diámetro, con el fin de evaluar su amenaza a la Tierra.

Del mismo modo, en abril de 2023, [EE.UU.](#), lanzó su Estrategia Nacional de Preparación y el Plan de Acción para los Peligros de Objetos Cercanos a la Tierra y la Defensa Planetaria, la cual vino a actualizar el plan de acción integral de preparación para objetos cercanos a la Tierra de [EE.UU.](#) que lanzaron en 2018. Con esta nueva estrategia [EE.UU.](#) persigue “mejorar la preparación de Estados Unidos para abordar el peligro de impactos de NEOs durante un período de 10 años, principalmente mediante la organización y coordinación de esfuerzos interinstitucionales relacionados con los NEOs (...) con un enfoque colaborativo y coordinado a nivel federal para desarrollar tecnologías, políticas, prácticas y procedimientos efectivos para reducir la vulnerabilidad de [EE.UU.](#) y del mundo a los impactos de NEOs” (NASA, 2023: 1).

III. LEGALIDAD DE LAS TÉCNICAS DE DEFENSA PLANETARIA

Tal y como se ha señalado, en los últimos años se ha observado un creciente nivel de concienciación internacional en relación con los peligros cósmicos que nos acechan, en especial, en relación con los impactos cósmicos. Sin embargo, a pesar de haber quedado constancia de esta realidad, de la importancia de su detección temprana y, en su caso, de su mitigación, queda por tratar un asunto de carácter primordial, esto es, la legalidad de los medios empleados para hacer frente al impacto inminente de un NEO. La elección y aplicación de estos medios no solo implica consideraciones técnicas y científicas, sino que también requiere un riguroso análisis jurídico para asegurar que las acciones emprendidas se alineen con el derecho internacional.

En este contexto, las acciones para mitigar un NEO pueden consistir simplemente en la advertencia y posterior evacuación de la población civil del lugar de impacto previsto, en lo que se denominan técnicas pasivas de defensa planetaria. No obstante, este tipo de medidas son eficaces únicamente cuando se trata de cuerpos celestes pequeños, de aproximadamente 30 metros o menos (Harris et al., 2015: 849).

En el resto de casos, es necesario adoptar técnicas activas de defensa planetaria, bien a través de la desviación del cuerpo celeste en cuestión, cambiando su órbita para que no golpee la Tierra o golpee en áreas deshabitadas, o bien a través de la fragmentación del mismo lo suficientemente lejos de la Tierra para que los escombros se dispersen y no golpeen nuestro planeta (Morrison, 2019: 113).

Tradicionalmente la comunidad científica ha tenido preferencia por los métodos de desviación sobre los métodos de fragmentación (Ahrens y Harris, 1992: 433), lo cual ha obedecido principalmente a la significativa mayor fuerza cinética requerida para fragmentar un cuerpo celeste (Sanchez et al., 2010: 126-127), y a la posibilidad de generar escombros peligrosos que puedan acabar impactando en el futuro contra la Tierra (Basart y Wie, 2009: 11).

Con la tecnología actual, los métodos de desviación de NEOs pueden dividirse en dos categorías: técnicas impulsivas, “donde se aplica una fuerza de carácter intenso pero breve al cuerpo celeste para provocar un cambio repentino en su órbita, o posiblemente descomponerlo intencionalmente, dependiendo de su tamaño”; y técnicas de empuje/arrastre lento, “donde se aplica una fuerza de carácter más débil pero durante un período prolongado de tiempo para causar una aceleración o desaceleración gradual del objeto, modificando así lentamente su órbita” (Harris, 2021: 36).

Sin embargo, las misiones de desviación requieren de años e incluso décadas para lograr una modificación adecuada de la órbita del cuerpo celeste en cuestión (Harris, 2021: 36-45), lo cual provoca que cuando el NEO ya estuviere cerca de impactar en el momento de su detección, la destrucción del cuerpo celeste sería la única opción viable para que este no impacte contra la Tierra (King et al., 2021: 367).

Asimismo, es importante mencionar que, si bien los diferentes estudios y misiones para la mitigación de los NEOs suelen basarse en la utilización de técnicas de carácter no nuclear, cuando los cuerpos celestes tengan un tamaño superior a 500 metros (Syal et al., 2013: 109), o cuando estén demasiado cerca de la Tierra (Wie, 2013: 150-152), el empleo de técnicas que utilicen energía nuclear aparecen como la única opción.

Una vez abordados preliminarmente los aspectos técnicos relacionados con la utilización de las técnicas pasivas y activas de defensa planetaria, pasaremos a analizar si su puesta en práctica es conforme al derecho internacional. Aunque las técnicas pasivas de defensa planetaria no representan mayores problemas jurídicos, en tanto en cuanto se refieren a actuaciones a nivel interno de los Estados, las técnicas activas de defensa planetaria representan un reto mayor. Para abordar la legalidad de las técnicas activas de defensa planetaria, abordaremos de manera separada el uso de las tecnologías no nucleares de las nucleares, en la medida en que estas últimas, por su naturaleza, se encuentran sometidas a mayores impedimentos jurídicos.

1. Técnicas activas no nucleares de defensa planetaria

Las técnicas activas no nucleares de defensa planetaria constituyen, sin lugar a dudas, actividades espaciales, en la medida en que se desarrollan en el espacio ultraterrestre. Esto hace que se encuentren sujetas a las mismas obligaciones que el resto de actividades espaciales y que las normas y principios del derecho internacional sean aplicables.

A este respecto, el principal foco de discusión doctrinal sobre la legalidad de este tipo de actividades se centra en su compatibilidad con el artículo IV del Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes¹ (en adelante, Tratado del Espacio), el cual recordemos establece que:

“Los Estados Partes en el Tratado se comprometen a no colocar en órbita alrededor de la Tierra ningún objeto portador de armas nucleares ni de ningún otro tipo de armas de destrucción en masa, a no emplazar tales armas en los cuerpos celestes y a no colocar tales armas en el espacio ultraterrestre en ninguna otra forma.

La Luna y los demás cuerpos celestes se utilizarán exclusivamente con fines pacíficos por todos los Estados Partes en el Tratado. Queda prohibido establecer en los cuerpos celestes bases, instalaciones y fortificaciones militares, efectuar ensayos con cualquier tipo de armas y realizar maniobras militares. No se prohíbe la utilización de personal militar para investigaciones científicas ni para cualquier otro objetivo pacífico. Tampoco se prohíbe la utilización de cualquier equipo o medios necesarios para la exploración de la Luna y de otros cuerpos celestes con fines pacíficos”.

Tal y como hemos expuesto, la utilización de técnicas activas no nucleares de defensa planetaria conllevan el lanzamiento de objetos no nucleares al espacio ultraterrestre con el objetivo de desviar la órbita o fragmentar un cuerpo celeste que puede chocar contra la Tierra, ya fuere aprovechando la energía resultante del impacto directo de un objeto contra el cuerpo celeste (Harris, 2021: 36), o utilizando otras técnicas, como el tractor gravitacional, que no emplea la energía cinética del golpe, sino una nave espacial que “arrastra” el cuerpo celeste en cuestión (Harris, 2021: 41-42).

Dadas estas circunstancias, en la doctrina ha surgido un extenso debate sobre si este tipo de objetos entrarían dentro de la consideración de “armas”, concepto tan relevante en relación con el artículo IV del Tratado del Espacio, en la medida en que se establece la prohibición absoluta de colocar armas nucleares y de destrucción masiva tanto en el vacío espacial como en los cuerpos celestes, prohibiéndose además llevar a cabo sobre estos últimos ensayos con cualquier tipo de armas.

De acuerdo con el Diccionario panhispánico del español jurídico (DPEJ, s.f.), un arma es un “instrumento, medio o máquina destinados a atacar o a defenderse”. Por su parte, el Oxford English Dictionary (OED, s.f.) lo define como “An instrument of any kind used in warfare or

1 En la actualidad cuenta con 117 Estados Parte (siendo Letonia el último Estado en incorporarse el 23 de mayo de 2025), incluyendo la práctica totalidad de las potencias espaciales. <https://www.unoosa.org/oosa/de/ourwork/spacelaw/treaties/status/index.html>

in combat to attack and overcome an enemy”. Una definición alternativa podría ser la de “objeto diseñado, destinado o utilizado para infligir daño corporal o daño físico; un medio para obtener una ventaja o defenderse” (Boothby, 2015, párr. 1).

En este sentido, parece que el uso previsto constituye el elemento clave para determinar si un objeto debe ser considerado un arma, adquiriendo tal consideración cuando dicha creación tenga tanto la capacidad como el propósito de provocar daños contra las personas o sus propiedades (Liu, 2023: 737).

A pesar de ello, el Grupo de Trabajo *ad hoc* sobre Asuntos Jurídicos del SMPAG (2020: 28-29) llama la atención sobre el hecho de que, en este contexto, difícilmente puede construirse un dispositivo que solo pueda ser usado contra un NEO y no tenga alguna posible aplicación contra otros objetivos, es decir, que pueda tener un doble uso destructivo contra la población.

Aunque, tal y como ha sido expuesto por Byers y Boley (2023: 228), casi toda creación humana puede ser utilizada para dañar a las personas o sus propiedades aun cuando este no sea el fin para el que fueron creadas y al que de manera ordinaria sirven, sin que esto suponga que dichos objetos pasen a ser considerados de manera general como “armas”.

En este contexto, Kunich (1997: 139-140) afirma que los sistemas de defensa planetaria tienen como objeto la desviación de cuerpos celestes, y no atacar o defenderse de un enemigo vivo o de una creación de este, como aviones, barcos o edificios. Así pues, si bien algunos componentes del sistema de defensa planetaria pueden usarse contra los humanos y sus creaciones, el propósito principal del conjunto del sistema es el de actuar contra fuerzas naturales sin origen ni control humano, lo cual no permitiría su clasificación como armas.

Sin embargo, desde una perspectiva jurídica, incluso si se clasificaran como armas (convencionales), esto no implicaría la ilegalidad de su lanzamiento al vacío espacial y su utilización contra los NEOs, en la medida en que el artículo IV del Tratado del Espacio prohíbe exclusivamente la puesta en órbita de armas nucleares y de destrucción masiva, sin que los objetos utilizados en las técnicas activas no nucleares de defensa planetaria entren dentro de tales categorías.

Eso sí, mayores problemas encontraríamos en el supuesto de que se pretendiere lanzar tales objetos no desde la Tierra, sino desde la superficie de la Luna (Tronchetti, 2015: 1034), mediante sistemas de defensa planetaria previamente establecidos, opción planteada por ciertos autores (Schmidt et al., 2019: 419-452). En este caso, la consideración de dichos objetos como armas, aunque no sean nucleares ni de destrucción masiva, impediría su utilización desde la Luna y cualquier otro cuerpo celeste, ya que el artículo IV del Tratado del Espacio prohíbe “efectuar ensayos con cualquier tipo de armas” sobre la superficie de estos cuerpos.

Asimismo, las instalaciones utilizadas para el lanzamiento de tales instrumentos constituirían un problema, puesto que el mismo artículo IV prohíbe el establecimiento de “bases, instalaciones y fortificaciones militares”. Si estas instalaciones fueran consideradas como tales, su establecimiento estaría estrictamente prohibido.

A este respecto, Liu (2023: 730-741) sostiene que, aunque existirían problemas principalmente debido a la posible consideración de estos objetos como armas, especialmente aquellos

utilizados en técnicas impulsivas que aprovechan la energía cinética del impacto para desviar el NEO, los Estados podrían evitar la prohibición establecida en el artículo IV del Tratado del Espacio en relación con las instalaciones, siempre y cuando estas fueran reguladas y operadas por agencias civiles y no se utilizaran para llevar a cabo operaciones militares.

No obstante, más allá de su conformidad con el artículo IV del Tratado del Espacio, la implementación de las técnicas activas no nucleares para la defensa planetaria conlleva serias implicaciones geopolíticas. En este sentido, existe el riesgo de que los Estados empiecen a desarrollar estas tecnologías bajo el pretexto de la defensa planetaria, pero con potenciales intenciones agresivas, de manera que, aunque dichas tecnologías no entraran dentro de la categoría de armas debido a su propósito principal de destruir NEOs peligrosos, en la práctica sería inevitable la posibilidad de que se puedan utilizar con fines agresivos.

En un contexto de desconfianza y tensiones internacionales, esto podría acabar desencadenando una carrera de armamentos en el espacio ultraterrestre bajo el pretexto (cierto o falso) de proteger al planeta de los NEOs potencialmente peligrosos, lo cual representaría un grave peligro para la paz y la seguridad internacionales.

En otro orden de cosas, el segundo gran aspecto que genera preocupación respecto a la utilización de los sistemas de defensa planetaria es la posible violación de la obligación de que el espacio ultraterrestre se utilice exclusivamente con fines pacíficos.

Aunque el derecho internacional espacial no proporciona una definición explícita de “fines pacíficos”, la práctica de los Estados ha hecho que este concepto se interprete como “no agresivo”, lo cual implica que las actividades espaciales no deben involucrar un uso de la fuerza o la amenaza de su uso conforme a lo establecido en el artículo 2.4 de la Carta de las Naciones Unidas (Vlasic, 1991: 45-52).

Con esto en mente, surge la siguiente interrogante: ¿la implementación de técnicas de defensa planetaria constituye un uso de la fuerza o una amenaza de su uso?

Tal y como señaló la Corte Internacional de Justicia (CIJ, 1996, párr. 39), la calificación de un acto como uso de la fuerza no depende tanto del medio empleado como del resultado. Así, para determinar si el uso de una técnica de defensa planetaria es susceptible de vulnerar la prohibición del uso de la fuerza, lo decisivo no es el objeto empleado, sino la entidad y naturaleza de la acción.

A diferencia del caso anterior, la doctrina parece coincidir en que la aplicación de técnicas de defensa planetaria no constituye una violación de la prohibición del uso de la fuerza o amenaza del uso de la fuerza (SMPAG Ad-Hoc Working Group on Legal Issues, 2020: 28; Marchisio, 2018: 15713).

De acuerdo con Aoki (2021: 211-213), esta situación obedece a dos razones fundamentales. Por una parte, el concepto de “fuerza” se refiere exclusivamente al uso de fuerza armada o militar, criterio que las técnicas de defensa planetaria no cumplen, al no implicar el despliegue de fuerzas armadas contra Estados ni la ocupación militar de territorios extranjeros. Coincidiendo con la autora, cabe matizar que existen otros usos de la fuerza que no necesariamente implican tal despliegue de fuerzas u ocupación militar de territorios. Piénsese, por ejemplo,

en un ciberataque contra las infraestructuras críticas de un Estado, que puede constituir un uso de la fuerza en sí mismo, sin necesidad de que se materialice en alguna de las dos situaciones anteriores (Cocchini, 2023: 55-91; Gutiérrez Espada, 2020: 225-248).

Por otra parte, en cuanto a las “circunstancias” en las que se emplea la fuerza, la autora defiende que estas medidas se dirigen hacia cuerpos celestes en el espacio ultraterrestre que podrían impactar contra la Tierra, sin afectar a la integridad territorial ni la independencia política de ningún Estado, ni ser incompatibles con los propósitos de las Naciones Unidas.

De hecho, en relación con este último punto, Su (2015: 3) sostiene que este tipo de actividades espaciales no solo no son incompatibles con los propósitos de las Naciones Unidas, sino que contribuyen activamente a los mismos, especialmente a su propósito principal, el mantenimiento de la paz y la seguridad internacionales.

Al analizar la práctica seguida por los Estados, encontramos un precedente significativo en la misión DART (“Double Asteroid Redirection Test”). El 26 de septiembre de 2022, la NASA logró por primera vez en la historia la desviación de un cuerpo celeste, alterando la órbita de la luna del asteroide Dimorphos, de 160 metros de diámetro, en 33 minutos. Esta misión, que utilizó una técnica impulsiva consistente en una nave espacial “impactadora cinética”, viajó durante más de 10 meses hasta colisionar intencionalmente con el cuerpo celeste (NASA, s.f., párrs. 1-4).

Si bien con anterioridad se habían llevado a cabo misiones en las que se había logrado impactar una determinada masa contra un cuerpo celeste, siempre se había realizado con fines científicos (Jutzi et al., 2022: 1; Andrews et al., 2021: 73-74).

En este caso, observamos claramente una práctica estatal en la implementación de una técnica activa no nuclear de defensa planetaria. Este ejemplo proporciona información valiosa, ya que las preocupaciones que podrían haber surgido en relación con este tipo de actividades no se materializaron, sin que dicha misión generase protestas formales por terceros Estados denunciando que Estados Unidos había desplegado un arma en el espacio ultraterrestre o que había llevado a cabo una actividad espacial “no pacífica”.

Asimismo, la realización de esta actividad no desencadenó una carrera de armamentos en el espacio ultraterrestre. Esta experiencia sugiere que, al menos en este caso específico, es posible llevar a cabo actividades de defensa planetaria sin provocar tensiones internacionales o escaladas armamentísticas. De manera similar, Estados como China planean llevar a cabo misiones de este tipo (Jones, 2024, párrs. 1-4).

2. Técnicas activas nucleares de defensa planetaria

Una vez analizados los aspectos jurídicos que rodean a las técnicas activas no nucleares de defensa planetaria, pasamos a analizar los impedimentos jurídicos que suscitan las técnicas de defensa planetaria que sí involucran el uso de energía nuclear.

En 2007 la NASA presentó un informe al Congreso de EE.UU. en el que analizaba las distintas opciones existentes para desviar un NEO, donde defendió que de todas las técnicas revisadas:

“Nuclear standoff explosions are assessed to be 10-100 times more effective than the non-nuclear alternatives analyzed in this study. Other techniques involving the surface or subsurface use of nuclear explosives may be more efficient, but they run an increased risk of fracturing the target NEO” (NASA, 2007: 2).

El escenario teórico no contempla el uso de un dispositivo nuclear para fracturar el cuerpo celeste, ya que esto convertiría gran parte de la masa del objeto en material radiactivo, con la posibilidad de que decenas, cientos o miles de fragmentos radiactivos colisionaran contra la Tierra. En cambio, una misión de defensa planetaria nuclear probablemente implicaría una detonación cercana al asteroide, empleando la energía nuclear para vaporizar el material volátil en su superficie. A medida que esas moléculas se evaporan o subliman rápidamente, el vapor resultante ejercería una pequeña fuerza, igual y opuesta, que desviaría al asteroide de su trayectoria (Koplow, 2024, párr. 21).

Sin embargo, a pesar de la considerable mayor efectividad de las explosiones nucleares para mitigar NEOs, observaremos que las implicaciones jurídicas y políticas de utilizar este tipo de tecnologías son mucho mayores que en el caso de las técnicas activas no nucleares de defensa planetaria.

En principio, parece no existir dudas en afirmar que la utilización de técnicas activas nucleares de defensa planetaria constituye una actividad espacial “pacífica”, en la medida en que, al igual que en el caso de las técnicas no nucleares, ni la “fuerza” involucrada es armada o militar, ni su utilización perseguiría atentar contra la integridad territorial o la independencia política de ningún Estado.

En cambio, existe un intenso debate doctrinal en torno a la consideración de los objetos nucleares utilizados por estas técnicas como armas o no, lo cual constituye un punto importante en la medida en que el artículo IV establece de manera clara una prohibición absoluta de emplazar en el vacío espacial o en la superficie de los cuerpos celestes armas nucleares o de destrucción masiva.

No obstante, cabe remarcar que esta prohibición no es omnicomprendensiva ni supone una desnuclearización total del espacio ultraterrestre (Gutiérrez Espada y Cervell Hortal, 2022: 480), ya que, como remarca Gutiérrez Espada (2006: 19), el Tratado del Espacio no contempló en su artículo IV “el supuesto de los ingenios balísticos cuya trayectoria se desarrolla parcialmente a través del espacio exterior en algunos casos al menos”, ni “satélites eventualmente provistos de armas nucleares que no llegan a completar una órbita entera alrededor del planeta”.

En el mismo sentido, Koplow (2024, párrs. 27-33) señala que dicho artículo no prohíbe el tránsito de un arma nuclear a través del espacio ultraterrestre, permitiendo que, en principio, pueda lanzarse un arma nuclear desde la Tierra para impactar contra un NEO específico sin contravenir el artículo IV del Tratado del Espacio. Eso sí, siempre y cuando no llegue a orbitar la Tierra ni se considere emplazada en el vacío espacial o en la superficie de los cuerpos celestes.

De esta forma, mientras la clasificación de los objetos no nucleares de defensa planetaria como armas podía resultar irrelevante, puesto que en tal caso la consideración sería la de armas convencionales y su emplazamiento en el vacío espacial sería posible, en el caso que nos ocupa

tal asunto adquiere una mayor importancia, dadas las mayores restricciones que resultarían de considerar los objetos nucleares de defensa planetaria como armas nucleares.

Dicho esto, la doctrina adopta una postura más firme y restrictiva respecto a la consideración de los objetos nucleares de defensa planetaria como armas. Por ejemplo, el Grupo de Trabajo ad hoc sobre Asuntos Jurídicos del SMPAG (2020: 28-32) muestra una diferencia notable: mientras considera que los objetos no nucleares destinados a la defensa planetaria podrían ser percibidos como armas debido a su naturaleza dual, no tiene una postura tan cerrada al respecto, dejando abierta la posibilidad de que no sean considerados como tales. En cambio, sostiene que los objetos nucleares de defensa planetaria, debido a sus características intrínsecas, son inherentemente y de manera permanente armas.

Esta postura ha sido apoyada por Koplow (2021: 240-244), quien coincide en considerar siempre los objetos nucleares de defensa planetaria como armas, “independientemente de las aplicaciones más nobles a las que puedan destinarse”. Todo ello debido a que las características distintivas de estos objetos, en comparación con los otros instrumentos de defensa planetaria, los convierten en una amenaza más significativa para la paz y la seguridad internacionales.

Por el contrario, a criterio de Kunich (1997: 139-140) era indiferente que estuviéramos ante objetos nucleares o no nucleares, ya que en ambos casos el propósito de estos era dirigirse contra fuerzas naturales sin origen ni control humano, sin pretender provocar daños a seres vivos o a creaciones del ser humano, lo cual impedía su clasificación como armas.

Sin embargo, en el caso de los objetos nucleares de defensa planetaria encontramos mayores problemas para aplicar esta tesis. Ello se debe a que los objetos utilizados en las técnicas activas no nucleares de defensa planetaria pueden tener un diseño exclusivamente orientado a mitigar NEOs, y, aunque sea cierto que en todo caso siempre podrían utilizarse como impactadores cinéticos para causar daño, sus características físicas podrían permitir distinguir claramente que no tienen propósitos agresivos.

En contraste, los objetos nucleares de defensa planetaria utilizados con fines pacíficos para la mitigación de un NEO, no presentarían diferencias tecnológicas significativas en comparación con las armas nucleares (Pop, 2013: 675).

Por su parte, Poole (2020: 59-61) añade que debemos evitar una discusión simplista sobre si los objetos nucleares de defensa planetaria son armas, y, en su lugar, enfocarnos en si califican como armas nucleares de conformidad con lo establecido por el derecho internacional. De este modo, el autor defiende que, al considerar la definición de armas nucleares ofrecida por la CIJ (1996, párr. 35) como “dispositivos explosivos que obtienen su energía de la fusión o fisión del átomo” (definición que también se refleja de manera muy similar en diversos tratados internacionales), no cabe duda de que los dispositivos nucleares utilizados para la defensa planetaria quedarían incluidos en dicho concepto, independientemente de sus fines pacíficos.

Sin embargo, quizá en el caso que nos ocupa, también resulten estériles las discusiones sobre la consideración de estos objetos como armas nucleares o no. Así lo expresa Su (2015: 2), quien defiende que, aun en el caso de que se aceptaran los argumentos basados en el propósito del objeto para determinar si estamos ante un arma o no, de manera que los objetos nucleares

de defensa planetaria no entraran en tal clasificación por no estar diseñados ni ser utilizados contra seres vivos o creaciones humanas, aun seguiría implicando necesariamente una explosión nuclear en el espacio ultraterrestre, lo cual se encuentra expresamente prohibido por el Tratado de Moscú de 1963.

En el mismo sentido se expresa Marchisio (2018: 15714), quien considera que es indiferente la calificación de tales objetos como armas en la medida en que irremediabilmente conllevarían una explosión nuclear en el espacio ultraterrestre, lo cual se encuentra prohibido por varios tratados internacionales.

Ciertamente, el Tratado de Moscú de 1963² establece en su artículo I la prohibición y prevención de cualquier explosión de prueba de arma nuclear, así como de cualquier otra explosión nuclear en el espacio ultraterrestre. La amplitud de esta prohibición abarca efectivamente cualquier objeto nuclear de defensa planetaria, dado que dichos instrumentos requerirían algún tipo de explosión nuclear en el espacio ultraterrestre para cumplir su objetivo de mitigar la amenaza del NEO en cuestión.

Del mismo modo, existen numerosos tratados en la materia que refuerzan esta prohibición. Así, el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares de 1968³ establece en su artículo 1 que los Estados poseedores de armas nucleares no pueden transferir, ni ayudar a Estados no poseedores a fabricar o adquirir, armas nucleares o dispositivos nucleares explosivos. A su vez, el artículo 2 especifica que los Estados no poseedores se comprometen a no recibir, fabricar, ni adquirir tales dispositivos, ni a buscar ayuda para su fabricación.

Del mismo modo, el artículo 1.2 del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares de 1996⁴ establece que cada Estado Parte se compromete a no causar, alentar, ni participar de ningún modo en la realización de cualquier explosión de ensayo de armas nucleares o de cualquier otra explosión nuclear.

Por último, también el artículo 1 del Tratado sobre la Prohibición de las Armas Nucleares de 2017⁵ establece que cada Estado Parte se compromete a nunca y bajo ninguna circunstancia desarrollar, ensayar, producir, fabricar, adquirir, poseer o almacenar armas nucleares u otros dispositivos explosivos nucleares. Además, prohíbe transferir, recibir, usar o amenazar con usar tales dispositivos, y también impide cualquier ayuda o aliento a otros Estados en estas actividades.

Este abanico de prohibiciones recogidas en los distintos tratados multilaterales citados impedirían a cualquier Estado la realización de cualquier tipo de explosión nuclear en el espacio ultraterrestre (SMPAG Ad-Hoc Working Group on Legal Issues, 2020: 31-32), imposibilitando la realización de técnicas activas nucleares de defensa planetaria.

2 En la actualidad cuenta con 125 Estados Parte. https://treaties.unoda.org/t/test_ban

3 En la actualidad cuenta con 191 Estados Parte. <https://treaties.unoda.org/t/npt>

4 En la actualidad cuenta con 178 Estados Parte. https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVI-4&chapter=26&clang=_en

5 En la actualidad cuenta con 70 Estados Parte. https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVI-9&chapter=26&clang=_en

Sin embargo, tal y como mencionamos previamente, se considera que la utilización de objetos nucleares es la única opción disponible en los supuestos en los que el NEO se encuentra demasiado cerca de la Tierra o es demasiado grande. Ante esta situación, la doctrina ha propuesto alternativas que evitarían la ilicitud que resultaría del uso de este tipo de técnicas defensivas. Entre estas son recurrentes las alusiones al estado de necesidad (Byers y Boley, 2023: 243-245; Marchisio, 2018: 15714-15715; Su, 2015: 3) y la búsqueda de una autorización por parte del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas (CSNU) (Koplow, 2019: 135-142; Jakhu y Pelton, 2017: 423).

Sin ser nuestra intención profundizar en los límites que impone el Derecho internacional al estado de necesidad (Gutiérrez Espada, 2005: 149-191; Gutiérrez Espada, 2004: 669-704) o a la actuación del CSNU (Torrecuadrada García-Lozano, 2012: 365-406; Torrecuadrada García-Lozano, 2010: 103-131), ni evaluar la idoneidad de ambas circunstancias para evitar la ilicitud de la utilización de las técnicas activas nucleares de defensa planetaria, resulta imprescindible subrayar un problema adicional que podría surgir.

En este sentido, ciertos autores defienden que el artículo 1 del Tratado de Moscú de 1963 podría haber adquirido el estatus de norma de *ius cogens* (Green, 2019: 60; Tabassi, 2009: 347-350). Si hipotéticamente se considerara que la prohibición de llevar a cabo cualquier tipo de explosión nuclear en el espacio ultraterrestre tiene tal naturaleza, la situación se complicaría enormemente.

En lo que respecta al estado de necesidad como posible circunstancia que excluiría la ilicitud en el supuesto estudiado, esta quedaría inmediatamente descartada. Según el artículo 26 del Proyecto de Artículos de la CDI sobre Responsabilidad del Estado por Hechos Internacionalmente Ilícitos, “ninguna disposición del presente capítulo excluirá la ilicitud de cualquier hecho de un Estado que no esté en conformidad con una obligación que emana de una norma imperativa de derecho internacional general”. De esta forma, el estado de necesidad, recogido en el artículo 25 de este mismo proyecto como circunstancia que excluye la ilicitud, no podría aplicarse.

Del mismo modo, se encuentra ampliamente aceptado que el CSNU no puede actuar o autorizar a los Estados a actuar contraviniendo las normas que han adquirido el estatus de *ius cogens* (Droubi, 2014: 38; Tzanakopoulos, 2011: 71-72; Orakhelashvili, 2008: 431-432; De Wet, 2004: 187-191).

Esta situación, si bien provocaría un hipotético bloqueo jurídico, no parece ser un fiel reflejo de la realidad, en la medida en que, mientras la prohibición del genocidio, la tortura y la esclavitud, han sido reconocidas formalmente como normas con estatus de *ius cogens* que generan obligaciones *erga omnes*, esto aún no ha ocurrido en el marco de las armas nucleares (Fernández-Sánchez, 2022: 24-25; Black-Branch, 2021: 368). Por lo tanto, la prohibición de realizar explosiones nucleares en el espacio ultraterrestre carecería de tal consideración.

No obstante, no podemos evitar ponernos en tal tesitura. De aceptar que el artículo 1 del Tratado de Moscú de 1963 tiene el estatus de *ius cogens*, o en el caso de que finalmente acabara adquiriendo tal carácter esta u otra norma de las citadas que establezca la prohibición de realizar explosiones nucleares en el espacio ultraterrestre, ¿tendríamos que resignarnos a recibir el impacto del cuerpo celeste?

Quizá sería aceptable en el supuesto de que se previera que el impacto en cuestión solo provocaría daños menores y que las técnicas pasivas de defensa planetaria pudieran controlar dichos daños. Por el contrario, si el NEO tuviera la capacidad de infligir un daño severo contra un Estado o incluso contra la humanidad en su conjunto, resultaría ilógico llegar a tal conclusión, más aún cuando la propia CIJ (1996, párr. 96) reconoce que todo Estado tiene “un derecho fundamental a la supervivencia”. En consecuencia, en este contexto extremo, entendemos que los Estados estarían obligados por un deber de autopreservación, de manera que tendrían que recurrir a todos los mecanismos disponibles para hacer cumplir su derecho a la supervivencia (Seamone, 2002: 1119-1127).

IV. EL PAPEL DEL CONSEJO DE SEGURIDAD ANTE LOS IMPACTOS CÓSMICOS

Anteriormente, hemos observado el potencial destructivo de los NEOs, capaces de arrasar ciudades e incluso acabar con la vida en el planeta. Aunque solo se reconocen como PHOs aquellos cuerpos celestes con más de 140 metros de diámetro que se encuentran a una distancia mínima de la Tierra, asteroides o cometas de un tamaño mucho menor pueden causar efectos devastadores. Un claro ejemplo de esto es el mencionado evento de Cheliábinsk de 2013, donde un meteoróide de menos de 20 metros provocó una explosión con una energía equivalente a casi 30 bombas de Hiroshima.

Si bien en ese caso concreto no hubo que lamentar víctimas mortales y tan solo resultó en heridos y daños a la propiedad, lo cierto es que un impacto de un NEO considerablemente pequeño como este podría provocar consecuencias devastadoras en otro contexto. Así, si el NEO impactara contra una ciudad superpoblada, o incluso contra infraestructuras críticas como una central nuclear, la economía del Estado o región en cuestión podría verse devastada y el número de personas heridas o muertas sería extremadamente alto (Jakhu y Pelton, 2017: 417).

En este sentido, no debemos caer en la falsa ilusión de que solo los NEOs catalogados como peligrosos tienen el potencial de desestabilizar la paz y la seguridad internacionales. Debemos tener en cuenta que vivimos en un mundo interconectado, donde los eventos en un extremo del planeta pueden tener repercusiones significativas en el otro, de manera que, incluso cuando los territorios y poblaciones de terceros Estados no estuvieran directamente amenazados, los daños provocados en el Estado o región en cuestión tendrían efectos indirectos en el resto del mundo, ya fuere por su impacto en el comercio internacional, en el suministro de alimentos o en el clima (Byers y Boley, 2023: 221-222).

Es más, como consecuencia del impacto podrían llegar a producirse desplazamientos masivos de población víctimas del mismo, desestabilizando significativamente la región afectada. De hecho, un NEO de pequeñas dimensiones podría llegar a provocar que un Estado desapareciera o quedare inhabitable. Por ejemplo, si el cuerpo celeste que impactó en Tunguska, con tan solo 100 metros de diámetro (lo cual según los parámetros actuales no constituye un PHO), arrasó un área de 2,150 kilómetros cuadrados, imaginemos las consecuencias del impacto de un cuerpo celeste de la mitad del tamaño en Estados como Nauru o Tuvalu, cuyas superficies terrestres son inferiores a 30 kilómetros cuadrados.

Ante esta situación podrían incluso surgir lo que algunos autores han denominado “refugiados de impacto”, es decir, “personas con nacionalidad y bajo la protección de las leyes de un Estado sin territorio o desterritorializado” (Peña Asensio et al., 2023b: 61).

A este respecto, Tronchetti (2015: 1032) ha llamado la atención sobre este asunto, defendiendo que, al menos indirectamente, el impacto de un NEO podría llegar a considerarse una amenaza a la paz y la seguridad internacionales “debido a las potenciales consecuencias devastadoras que podría tener al impactar la superficie de la Tierra”. En el mismo sentido se expresan Schmidt y Švec (2019: 252), quienes afirman que la colisión de un NEO contra la Tierra debería ser calificado como una amenaza para la paz y la seguridad internacionales.

Esta parece ser una opinión compartida por gran parte de la doctrina, quienes ven en los NEOs un claro elemento desestabilizador en la paz y la seguridad internacionales. Es por ello, que existen voces que opinan que ante un posible impacto cósmico, el CSNU debería declarar la existencia de una “amenaza a la paz” y activar el sistema de seguridad colectiva para hacerle frente.

Autores como Poole (2020: 74) se muestran escépticos sobre esta posibilidad, en la medida en que el CSNU “se ha abstenido en gran medida de desarrollar su comprensión de una amenaza a la paz para incorporar desastres naturales en general, o amenazas específicas de seguridad ambiental como el cambio climático”.

El concepto de “amenaza a la paz” ha venido extendiéndose de manera considerable por el CSNU en los últimos años, haciendo perfectamente posible la calificación de una situación en la que se prevé que un cuerpo celeste va a impactar contra la Tierra como una amenaza a la paz, dadas sus obvias implicaciones en la paz y seguridad internacionales. De hecho, tal y como señala Koplow (2019: 136), “en 2014, el CSNU etiquetó al virus del Ébola como una amenaza para la paz y seguridad internacionales, estableciendo un precedente para invocar poderes del Capítulo VII contra un fenómeno natural”.

Entendemos que, ante ciertos impactos cósmicos que pueden no llegar a afectar de hecho a la paz y la seguridad internacionales, ya sea por su tamaño o por la zona esperada de impacto (alta mar), puedan existir ciertas dudas sobre su consideración como amenazas, constituyendo, sin lugar a dudas, riesgos (Fillol Mazo, 2020: 34), en la medida en que tienen, en todo caso, el potencial de desestabilizar la paz y la seguridad internacionales.

Sin embargo, los mecanismos que el Capítulo VI de la Carta de las Naciones Unidas ofrece para hacer frente a los riesgos a la paz y la seguridad internacionales son evidentemente insuficientes ante los impactos cósmicos, siendo necesario acudir a su capítulo VII.

Ello no plantearía problemas, ya que, tal y como se desprende de Orakhelashvili (2011: 31-32), ante situaciones que, en principio, solo pueden poner en peligro el mantenimiento de la paz y la seguridad internacionales, sin una afectación inminente o manifiesta (riesgos), el CSNU puede, aun así, calificarlas como amenazas a la paz (siendo de entre las posibles calificaciones del artículo 39 de la Carta de las Naciones Unidas, la más flexible) y acudir a los mecanismos del Capítulo VII de la Carta de las Naciones Unidas, cuando quede demostrado que los mecanismos del Capítulo VI son ineficaces o insuficientes para abordar tales situaciones.

En este sentido, consideramos que el CSNU debería asumir un papel protagonista, de modo que, en caso de detectarse un cuerpo celeste con altas probabilidades de impactar contra la Tierra, proceda a calificarlo como una amenaza a la paz. De este modo, quedaría investido de los extraordinarios poderes que le confiere el Capítulo VII de la Carta de las Naciones Unidas para implementar y coordinar, de forma legítima, todas las acciones de defensa planetaria necesarias para neutralizar la amenaza.

Este papel protagonista adoptado por el CSNU resolvería diversos problemas de índole jurídico-política que podrían surgir de otro modo.

En primer lugar, cabe recordar la notoria ausencia de una Organización Mundial o Alta Autoridad Internacional del Espacio, cuya creación ha sido reiteradamente defendida por la doctrina española ante la necesidad de abordar, de forma institucionalizada y a escala global, los numerosos desafíos vinculados a la exploración y utilización pacífica del espacio ultraterrestre como espacio común (Faramiñán Gilbert, 2020: 117-120; Orozco Sáenz, 2012: 305-334; Faramiñán Gilbert, 2002: 275-289; Gutiérrez Espada, 1997: 183). El establecimiento de un organismo de tales características sería particularmente pertinente en escenarios como el que plantean los fenómenos cósmicos, cuya naturaleza transnacional demanda respuestas coordinadas y eficaces, acordes con los riesgos y amenazas compartidos por toda la humanidad.

Ante la ausencia de un organismo internacional de tal entidad, con competencias específicas para adoptar decisiones sobre la mitigación de NEOs, la alternativa sería permitir que ciertos Estados asuman ese rol. Un claro ejemplo es EE.UU., que ha llevado a cabo la única misión exitosa de mitigación de un NEO y que planea “liderar la coordinación de los esfuerzos mundiales para la defensa del planeta en nombre de la humanidad” (NASA, 2023: 9).

De acuerdo con Bittencourt Neto (2021: 372), ejecutar actividades de defensa planetaria de manera independiente sin discusiones abiertas sobre métodos o repercusiones internacionales, conllevaría una falta de legitimidad internacional de dichas acciones, provocando desconfianza entre los Estados e incrementando el riesgo de accidentes o malentendidos.

Asimismo, como analizamos anteriormente, los objetos utilizados en las técnicas de mitigación de NEOs pueden llegar a ser considerados armas por ciertos Estados, ya que tienen el potencial de provocar daños significativos, cuando menos como lanzadores cinéticos. Hasta ahora, existe un fuerte compromiso en la sociedad internacional de “no ser el primero en emplazar armas en el espacio ultraterrestre” (AGNU, 2014: 1-2), lo cual responde a la idea cada vez más presente en la sociedad internacional de que la colocación de armas en el espacio representa un grave peligro para la paz y la seguridad internacionales (AGNU, 2023: 2).

La misión DART estableció un precedente en el uso de objetos no nucleares para la mitigación de NEOs sin que fueran considerados armas por la sociedad internacional. Sin embargo, si la defensa planetaria es delegada en los Estados sin ningún tipo de control internacional, la situación podría cambiar drásticamente. La colocación exponencial de estos objetos en el espacio ultraterrestre por los Estados con capacidad para ello podría ser percibida como un riesgo o amenaza a su seguridad nacional por otros Estados, impulsándolos a desarrollar y lanzar sus propios dispositivos al espacio ultraterrestre y culminando en una verdadera carrera de armamentos en el espacio ultraterrestre.

La situación se agrava aún más con las armas nucleares. Aunque su desarrollo y emplazamiento en el espacio ultraterrestre supondría una violación de diversas obligaciones internacionales, algunos Estados podrían sostener que, en calidad de último recurso defensivo, resulta necesario disponer de tales capacidades, con el consiguiente incremento del riesgo de conflicto y catástrofe. Ello ha sido subrayado por Beard (2021: 254) quien entiende que “la defensa planetaria y la amenaza que representan los NEOs lamentablemente pueden ser utilizadas para cubrir la posesión continua de armas nucleares por parte de los Estados con capacidad nuclear “con las vestiduras del altruismo” o servir de otra manera como un “relato conveniente” para su necesidad de retener armas nucleares”. En este sentido, el autor señala como ejemplo el caso de China, que en 1996 se negó a unirse a una prohibición integral de pruebas nucleares porque insistía en continuar con las “explosiones nucleares pacíficas” para combatir la “amenaza de los asteroides” (Tyler, 1996, párrs. 3-4).

De esta forma, la defensa planetaria surgiría como la excusa perfecta para la proliferación de las armas nucleares, un fenómeno que el propio CSNU (2017: 1) ha señalado en su Resolución 2397 como una amenaza para la paz y la seguridad internacionales.

Del mismo modo, los propios Estados que llevaran a cabo tales misiones de defensa planetaria de manera individual podrían verse perjudicados, ya que podrían surgirles diferentes demandas de responsabilidad internacional, en el probable caso de que estas acciones acabaren provocando daños a terceros Estados (Marchisio, 2021: 338-353).

Todos estos elementos subrayan claramente los problemas asociados a una falta de control y cooperación institucionalizada en la materia, donde el CSNU se erige como el órgano más adecuado para, a través de los extraordinarios poderes con los que se encuentra investido, liderar las misiones de defensa planetaria (Von der Dunk, 2021: 127).

Ello aliviaría las preocupaciones de los Estados en relación con el emplazamiento y utilización de estos objetos con posibles fines agresivos, de manera que se garantizara un uso transparente de los mismos.

Al mismo tiempo, teniendo en cuenta que el artículo 25 de la Carta de las Naciones Unidas establece la obligatoriedad de las resoluciones del CSNU, y que conforme al artículo 103 del mismo instrumento, las disposiciones de la Carta prevalecen sobre cualquier otra obligación internacional (salvando las excepciones que representan las normas de *ius cogens*, tal y como se trató anteriormente), el CSNU resolvería la ilicitud intrínseca que conllevaría la utilización de los objetos nucleares de defensa planetaria (SMPAG Ad-Hoc Working Group on Legal Issues, 2020: 60-61; Jakhu y Pelton, 2017: 423; Su, 2015: 3).

Asimismo, garantizaría una adecuada utilización sobre este tipo de objetos, evitando la proliferación de armas nucleares que podría surgir bajo dicho pretexto (Beard, 2021: 265). En relación con este último punto, Koplow (2019: 158) concluye que:

“Planetary defense offers a marvelous modern opportunity for echoing the Biblical injunction to convert swords into plowshares: the technology for rocketry, lasers, and nuclear chain reactions, originally developed or at least refined for military purposes, can be adapted for the purpose of safeguarding humanity from a deadly alien threat. But doing so requires endorsement from a higher power (in this case, the UN Security

Council), and a safeguard mechanism for ensuring that the nuclear sword will not retain its original functionality”.

Por último, siguiendo el mismo argumento, el CSNU podría establecer criterios y condiciones para eximir a los Estados de posibles obligaciones internacionales de responsabilidad que podrían surgir como consecuencia de las actividades de defensa en las que se vieran involucrados, garantizando que una actividad en beneficio de toda la humanidad no acabe produciendo una pesada carga de responsabilidad internacional (Bittencourt Neto, 2021: 390).

En suma, considerando todos los elementos expuestos, entendemos que lo lógico es que el CSNU sea el encargado de coordinar todas las técnicas de mitigación contra los NEOs que pudieran impactar la superficie terrestre, garantizando la defensa de todos los Estados, sin importar sus capacidades individuales para enfrentar estos eventos cósmicos. A este respecto, entendemos que la ONU debería financiar estas misiones de defensa planetaria expresamente autorizadas por el CSNU, en la medida en que constituirían misiones de paz en beneficio de todo el planeta, cuyo peso económico no debería recaer exclusivamente en uno o varios Estados.

V. CONCLUSIONES

Los impactos cósmicos representan un grave peligro para la prosperidad de nuestras sociedades e incluso para la supervivencia humana. Aunque la probabilidad de que estos eventos alcancen magnitudes catastróficas es baja, ello no debe justificar la falta de preparación, ya que el azar nos expone a enfrentar esta realidad en cualquier momento. Además, incluso en los casos en los que el impacto no tiene un carácter potencialmente catastrófico, sigue siendo capaz de generar consecuencias devastadoras.

Actualmente, el mundo no se encuentra preparado para responder de manera efectiva ante la mayoría de impactos, existiendo carencias significativas que abarcan desde aspectos jurídico-políticos hasta cuestiones técnicas. Ello nos hace exigir un mayor compromiso por parte de la sociedad internacional en su conjunto, de manera que estemos en condiciones de hacer frente de manera efectiva a dichos fenómenos cósmicos.

En el ámbito jurídico, es esencial desarrollar un marco normativo robusto que regule todos los aspectos relacionados con la defensa planetaria, definiendo claramente los derechos y obligaciones de los Estados, desde la detección temprana de posibles impactos cósmicos hasta la implementación de acciones de mitigación cuando sea necesario.

En el plano técnico, se ha evidenciado que los únicos métodos disponibles para desviar NEOs que se encuentren demasiado cerca de la Tierra, o que se descubran con menos de diez años de antelación, son las técnicas nucleares. Estas soluciones conllevan inevitablemente problemas políticos y de seguridad. Por ello, se requieren inversiones sustanciales en el desarrollo de métodos alternativos que permitan enfrentar estas situaciones de forma segura y eficaz.

Por último, dado que, de producirse, todo impacto cósmico conlleva intrínsecamente la posibilidad de desestabilizar la paz y la seguridad internacionales, independientemente del tamaño

del cuerpo celeste, entendemos que el CSNU debe asumir un rol activo para hacer frente a tales riesgos y amenazas, como principal garante del mantenimiento de la paz y la seguridad internacionales. Consideramos además que, en la actualidad, este órgano es el único que cuenta con los instrumentos necesarios para asegurar una respuesta coordinada que permita superar barreras políticas y jurídicas. Todo ello sin perjuicio de la necesidad de que, en el futuro próximo, los Estados creen un organismo u organización internacional específica, dotada de las competencias necesarias para defender al planeta ante este y otros fenómenos cósmicos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGNU (2013). Resolución 68/75. UN Doc. A/RES/68/75.
- AGNU (2014). Resolución 69/32. UN Doc. A/RES/69/32.
- AGNU (2023). Resolución 78/19. UN Doc. A/RES/78/19.
- Ahrens, T. J., & Harris, A. W. (1992). Deflection and fragmentation of near-Earth asteroids. *Nature*, 360, pp. 429-433. <https://doi.org/10.1038/360429a0>
- Alvarez, L. W., Alvarez, W., Asaro, F., & Michel, H. V. (1980). Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science*, 208(4448), pp. 1095-1108. <https://doi.org/10.1126/science.208.4448.1095>
- Andrews, V. P., Daou, D., & Johnson, L. N. (2021). The United States planetary defence programme: NASA and the planetary defense coordination office. En I. Marboe (Ed.), *Legal Aspects of Planetary Defence* (pp. 66-85). Brill Nijhoff. http://dx.doi.org/10.1163/9789004467606_008
- Aoki, S. (2021). The use of force and planetary defence. En I. Marboe (Ed.), *Legal Aspects of Planetary Defence* (p. 209-225). Brill Nijhoff. https://doi.org/10.1163/9789004467606_016
- Basart, J., & Wie, B. (2009). Mitigation of asteroid impact threats. *IEEE Potentials*, 28(5), pp. 10-13. <https://doi.org/10.1109/MPOT.2009.933497>
- Beard, J. M. (2021). Nuclear non-proliferation and planetary defence: Competing potential disasters. En I. Marboe (Ed.), *Legal Aspects of Planetary Defence* (pp. 246-265). Brill Nijhoff. https://doi.org/10.1163/9789004467606_018
- Bittencourt Neto, O. O. (2021). International bodies and procedures for decision-making regarding planetary defence actions. En I. Marboe (Ed.), *Legal Aspects of Planetary Defence* (pp. 371-398). Brill Nijhoff. https://doi.org/10.1163/9789004467606_024
- Black-Branch, J. L. (2021). *The Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons: Legal Challenges for Military Doctrines and Deterrence Policies*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108675307>
- Boothby, W. H. (2015). Weapons, prohibited. En *Max Planck Encyclopedias of International Law*. Oxford University Press. <https://opil.ouplaw.com/display/10.1093/law:epil/9780199231690/law-9780199231690-e447>

- Byers, M., & Boley, A. (2023). *Who Owns Outer Space? International Law, Astrophysics, and the Sustainable Development of Space*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108597135>
- Chesley, S., & Chodas, P. (2015). Impact risk estimation and assessment scales. En J. N. Pelton & F. Allahdadi (Eds.), *Handbook of Cosmic Hazards and Planetary Defense* (pp. 651-662). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-03952-7>
- CIJ (1996). Legality of the threat or use of nuclear weapons: Advisory opinion of 8 July 1996.
- CNEOS (s.f.). Glossary: au (Astronomical Unit). <https://cneos.jpl.nasa.gov/glossary/au.html>
- Cocchini, A. (2023). Los ciberataques contra las infraestructuras críticas de los Estados ¿Cómo nos protege el Derecho internacional? En M.^a J. Cervell Hortal & J. J. Piernas López (Dirs.), *Hacia una regulación internacional para el ciberespacio* (pp. 55-91). Aranzadi.
- COPUOS (2012). *Near-Earth objects, 2011-2012. Recommendations of the Action Team on Near-Earth Objects for an international response to the near-Earth object impact threat*. UN Doc. A/AC.105/C.1/L.329.
- COPUOS (2013a). *Near-Earth objects, 2012-2013. Final report of the Action Team on Near-Earth Objects*. UN Doc. A/AC.105/C.1/L.330.
- COPUOS (2013b). *Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*. UN Doc. A/68/20.
- CSNU (2017). Resolución 2397. UN Doc. S/RES/2397 (2017).
- De Wet, E. (2004). *The Chapter VII Powers of the United Nations Security Council*. Hart Publishing.
- DPEJ (s.f.). Arma. <https://dpej.rae.es/lema/arma>
- Droubi, S. (2014). *Resisting United Nations Security Council Resolutions*. Routledge.
- ESA (s.f.). *Space Safety Programme at 2022 Ministerial Council*. https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Safety_Programme_at_2022_Ministerial_Council
- Faramiñán Gilbert, J. M. (2002). Reflexiones sobre la posible creación de una alta autoridad del espacio ultraterrestre. En Z. Drnas de Clément (Coord.), *Estudios de Derecho Internacional en homenaje al prof. Ernesto J. Rey Caro* (Vol. 1) (pp. 275-290). Drnas-Lerner.
- Faramiñán Gilbert, J. M. (2020). *Las controvertidas cuestiones sobre la minería espacial. Lagunas jurídicas en la regulación del espacio ultraterrestre*. Editorial Kinnamon.
- Faramiñán Gilbert, J. M. (2023a). La gobernanza espacial y la regulación del espacio ultraterrestre ante la irrupción de actores no estatales. En E. Simó Soler & E. Peña Asensio (Coords.), *Defensa Planetaria* (pp. 113-131). Dykinson. <https://doi.org/10.14679/2277>
- Faramiñán Gilbert, J. M. (2023b). Prólogo. En torno a la defensa planetaria. En E. Simó Soler & E. Peña Asensio (Coords.), *Defensa Planetaria* (pp. 15-17). Dykinson. <https://doi.org/10.14679/2272>

- Fernández-Sánchez, P. A. (2022). Nuclear weapons and nuclear energy in new armed conflicts: Unfinished regulation. En P. A. Fernández-Sánchez (Ed.), *The Limitations of the Law of Armed Conflicts* (pp. 11-33). Brill Nijhoff. https://doi.org/10.1163/9789004468863_003
- Fillol Mazo, A. (2020). *El hambre como riesgo y amenaza a la paz y seguridad internacionales*. Dykinson.
- Green, J. A. (2019). Planetary defense: Near-Earth objects, nuclear weapons, and international law. *Hastings International and Comparative Law Review*, 42(1), pp. 1-72. https://repository.uclawsf.edu/hastings_international_comparative_law_review/vol42/iss1/2/
- Grieve, R. A. F., & Kring, D. A. (2007). The geologic record of destructive impact events on Earth. En P. Bobrowsky & H. Rickman (Eds.), *Comet/Asteroid Impacts and Human Society* (pp. 3-24). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-32711-0_1
- Gutiérrez Espada, C. (1997). Los grandes retos del derecho del espacio ultraterrestre (Aprovechando el lanzamiento del “Minisat 01”). *Anuario Español De Derecho Internacional*, 13, pp. 177-212. <https://doi.org/10.15581/010.13.28535>
- Gutiérrez Espada, C. (2004). El estado de necesidad cabalga de nuevo, *REDI*, 56(2), pp. 669-704.
- Gutiérrez Espada, C. (2005). *El hecho ilícito internacional*. Dykinson.
- Gutiérrez Espada, C. (2006). La militarización del espacio ultraterrestre. *REEI*, (12), pp. 1-30. <https://doi.org/10.36151/>
- Gutiérrez Espada, C. (2020). ¿Existe (ya) un derecho aplicable a las actividades en el ciberespacio? En M.^a J. Cervell Hortal (Coord.), *Nuevas tecnologías en el uso de la fuerza: drones, armas autónomas y ciberespacio* (pp. 225-248). Thomson Reuters Aranzadi.
- Gutiérrez Espada, C., & Cervell Hortal, M.^a J. (2022). *Derecho Internacional (Corazón y Funciones)*. Civitas-Thomson Reuters, Editorial Aranzadi.
- Harris, A. (2021). Planetary defence technologies. En I. Marboe (Ed.), *Legal Aspects of Planetary Defence* (pp. 35-46). Brill Nijhoff. https://doi.org/10.1163/9789004467606_005
- Harris, A. W., Boslough, M., Chapman, C. R., Drube, L., Michel, P., & Harris, A. W. (2015). Asteroid impacts and modern civilization: Can we prevent a catastrophe? En P. Michel et al. (Eds.), *Asteroids IV* (pp. 835-854). University of Arizona Press. [10.2458/azu_uapress_9780816532131-ch042](https://doi.org/10.2458/azu_uapress_9780816532131-ch042)
- IAU (s.f.). *Near Earth Objects*. <https://iauarchive.eso.org/public/themes/neo/>
- IAWN (s.f.). *International Asteroid Warning Network*. <https://iawn.net/>
- Jakhu, R. S., & Pelton, J. N. (2017). Cosmic hazards and planetary defense. En R. S. Jakhu & J. N. Pelton (Eds.), *Global Space Governance: An International Study* (pp. 417-433). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-54364-2_17
- Jonas, F. (2014). Nature of the threat/historical occurrence. En J. N. Pelton & F. Allahdadi (Eds.), *Handbook of Cosmic Hazards and Planetary Defense* (pp. 835-850). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-03952-7>

- Jones, A. (02/07/2024). *China targets its first planetary defense test mission*. The Planetary Society. <https://www.planetary.org/articles/china-targets-its-first-planetary-defense-test-mission>
- Jutzi, M., Raducan, S. D., Zhang, Y., Michel, P., & Arakawa, M. (2022). Constraining surface properties of asteroid (162173) Ryugu from numerical simulations of Hayabusa2 mission impact experiment. *Nature Communications*, 13(7134), pp. 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34540-x>
- King, P. K., Syal, M. B., Dearborn, D. S. P., Managan, R., Owen, J. M., & Raskin, C. (2021). Late-time small body disruptions for planetary defense. *Acta Astronautica*, 188, pp. 367-386. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2021.07.034>
- Köberl, C., & Steinkogler, C. (2021). Near-Earth objects — Basic terms and characteristics. En I. Marboe (Ed.), *Legal Aspects of Planetary Defence* (pp. 19-27). Brill Nijhoff. https://doi.org/10.1163/9789004467606_003
- Kolesnikov, E. M., Rasmussen, K. L., Hou, Q., Xie, L., & Kolesnikova, N. V. (2007). Nature of the Tunguska impactor based on peat material from the explosion area. En P. Bobrowsky & H. Rickman (Eds.), *Comet/Asteroid Impacts and Human Society* (pp. 291-301). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-32711-0_17
- Koplow, D. A. (2019). Exoatmospheric Plowshares: Using a Nuclear Explosive Device for Planetary Defense Against an Incoming Asteroid. *UCLA Journal of International Law and Foreign Affairs*, 23(1), pp. 76-158. <https://scholarship.law.georgetown.edu/facpub/2197>
- Koplow, D. A. (2021). Legal Aspects of the Use of Nuclear Explosive Devices in Planetary Defence. En I. Marboe (Ed.), *Legal Aspects of Planetary Defence* (pp. 226-245). Brill Nijhoff. https://doi.org/10.1163/9789004467606_017
- Koplow, D. A. (2024). *Planetary Defense: The Nuclear Option Against Asteroids*. Arms Control Today. <https://www.armscontrol.org/act/2024-04/features/planetary-defense-nuclear-option-against-asteroids>
- Koschny, D. (2021). ESA's activities in planetary defence. En I. Marboe (Ed.), *Legal Aspects of Planetary Defence* (pp. 86-91). Brill Nijhoff. https://doi.org/10.1163/9789004467606_009
- Kunich, J. C. (1997). Planetary defense: the lawfulness of global survival. *The Air Force Law Review*, 119, pp. 119-162.
- Liu, Y. (2023). Earth's first line of defense: Establishing celestial body-based planetary defense systems. *International Law Studies*, 100, pp. 708-751. <https://digital-commons.usnwc.edu/ils/vol100/iss1/22/>
- Longo, G. (2007). The Tunguska event. En P. Bobrowsky & H. Rickman (Eds.), *Comet/Asteroid Impacts and Human Society* (pp. 303-330). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-32711-0_18
- Lyson, T. R., Miller, I. M., Bercovici, A. D., Weissenburger, K., Fuentes, A. J., Clyde, W. C., Hagadorn, J. W., Butrim, M. J., Johnson, K. R., Fleming, R. F., Barclay, R. S., Maccrac-

- ken, S. A., Lloyd, B., Wilson, G. P., Krause, D. W., & Chester, S. G. B. (2019). Exceptional continental record of biotic recovery after the Cretaceous-Paleogene mass extinction. *Science*, 366(6468), pp. 977-983. <https://doi.org/10.1126/science.aay2268>
- Marchisio, S. (2018). Planetary defence operations under current international law. En *69th International Astronautical Congress (IAC 2018)* (pp. 15708-15718). International Astronautical Federation.
- Morrison, D. (2019). Overview of active planetary defense methods. En N. Schmidt (Ed.), *Planetary Defense: Global Collaboration for Defending Earth from Asteroids and Comets* (pp. 113-121). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-01000-3_7
- NASA (2006). *Near-Earth Object Survey and Deflection Study*. https://www.hq.nasa.gov/office/pao/FOIA/NEO_Analysis_Doc.pdf
- NASA (2007). *Near-Earth Object Survey and Deflection Analysis of Alternatives: Report to Congress*. https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/01/171331main_neo_report_march07.pdf?emrc=cb50d9
- NASA (2023). *Planetary Defense Strategy and Action Plan in Support of the National Preparedness Strategy and Action Plan for Near-Earth Object Hazards and Planetary Defense*. https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/06/nasa_-_planetary_defense_strategy_-_final-508.pdf
- OED (s.f.). *Weapon*. https://www.oed.com/dictionary/weapon_n?tab=meaning_and_use&tl=true
- Orakhelashvili, A. (2008). *Peremptory Norms in International Law*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199546114.001.0001>
- Orakhelashvili, A. (2011). *Collective Security*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199579846.001.0001>
- Orozco Sáenz, M. (2012). Una organización mundial para el espacio ultraterrestre: Reflexiones jurídicas relativas a su creación. *Anuario Español de Derecho Internacional*, 28, pp. 305-334. <https://doi.org/10.15581/010.28.2538>
- Peña Asensio, E., Coronel Tarancón, A., & Simó Soler, E. (2023b). Prospectiva ante la amenaza de impacto cósmico: Escenarios de riesgo planetario y desafíos jurídico-políticos. *Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos*, (21), pp. 45-74. <https://revista.ieee.es/article/view/5264>
- Peña Asensio, E., Trigo-Rodríguez, J. M., De León, J., & Rimola, A. (2023a). Introducción a la amenaza de impacto cósmico. En E. Simó Soler & E. Peña Asensio (Coords.), *Defensa Planetaria* (pp. 19-47). Dykinson. <https://doi.org/10.14679/2273>
- Poole, B. G. (2020). Against the nuclear option: Planetary defence under international space law. *Air and Space Law*, 45(1), pp. 55-80. <https://doi.org/10.54648/aila2020004>
- Pop, V. (2013). Legal considerations on asteroid exploitation and deflection. En V. Badescu (Ed.), *Asteroids: Prospective Energy and Material Resources* (pp. 659-680). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39244-3_29

- Popova, O. P. (2021). Chelyabinsk meteorite. En *Oxford Research Encyclopedia of Planetary Science*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190647926.013.22>
- Popova, O. P., Jenniskens, P., Emel'yanenko, V., Kartashova, A., Biryukov, E., Khaibrakhmanov, S., Shuvalov, V., Rybnov, Y., Dudorov, A., Grokhovsky, V. I., Badyukov, D. D., Yin, Q. Z., Gural, P. S., Albers, J., Granvik, M., Evers, L. G., Kuiper, J., Kharlamov, V., Solovyov, A., ... Mikouchi, T. (2013). Chelyabinsk airburst, damage assessment, meteorite recovery, and characterization. *Science*, 342(6162), pp. 1069-1073. <https://doi.org/10.1126/science.1242642>
- Rumpf, C. M. (2019). Asteroid impact risk assessment: Rationalizing the threat. En N. Schmidt (Ed.), *Planetary Defense: Global Collaboration for Defending Earth from Asteroids and Comets* (pp. 181-203). Springer. [10.1007/978-3-030-01000-3_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01000-3_12)
- Sanchez, J. P., Vasile, M., & Radice, G. (2010). Consequences of asteroid fragmentation during impact hazard mitigation. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 33(1), pp. 126-146. <https://doi.org/10.2514/1.43868>
- Schmidt, N., & Švec, M. (2019). Dilemmas for planetary defense posed by the current international law framework. En N. Schmidt (Ed.), *Planetary Defense: Global Collaboration for Defending Earth from Asteroids and Comets* (pp. 245-260). Springer. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-01000-3_16](https://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-01000-3_16)
- Schmidt, N., Entrena Utrilla, C. M., Boháček, P., Silva-Martínez, J., & Worden, P. (2019). The multipurpose lunar base as a first-line biosphere defense and as a gateway to the universe. *Global Collaboration for Defending Earth from Asteroids and Comets*. En N. Schmidt (Ed.), *Planetary Defense: Global Collaboration for Defending Earth from Asteroids and Comets* (pp. 419-452). Springer. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-01000-3_26](https://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-01000-3_26)
- Simó Soler, E. (2024). Registros de impacto: De Chicxulub a la actualidad. En J. M. Trigo Rodríguez & Y. Bustos Moreno (Dir.), *Meteoritos: Origen, naturaleza y régimen jurídico* (pp. 109-125). Colex. [http://dx.doi.org/10.69592/978-84-1194-386-4-CAP-5](https://dx.doi.org/10.69592/978-84-1194-386-4-CAP-5)
- SMPAG (2019). *Terms of reference for the Near-Earth Object Threat Mitigation Space Mission Planning Advisory Group*. https://www.cosmos.esa.int/web/smpag/terms_of_reference_v2
- SMPAG (s.f.). *Space Mission Planning Advisory Group*. <https://www.cosmos.esa.int/web/smpag#>
- SMPAG Ad-Hoc Working Group on Legal Issues (2020). *Planetary Defence Legal Overview and Assessment*. https://www.cosmos.esa.int/documents/336356/336472/SMPAG-RP-004_1_0_SMPAG_legal_report_2020-04-08.pdf
- Su, J. (2015). Measures proposed for planetary defence: Obstacles in existing international law and implications for space arms control. *Space Policy*, 34, pp. 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2015.05.006>
- Subcomisión de Asuntos Científicos de COPUOS (2013). *Report of the Scientific and Technical Subcommittee on its fiftieth session, held in Vienna from 11 to 22 February 2013*. UN Doc. A/AC.105/1038.

- Syal, M. B., Dearborn, D. S. P., & Schultz, P. H. (2013). Limits on the use of nuclear explosives for asteroid deflection. *Acta Astronautica*, 90(1), pp. 103-111. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2012.10.025>
- Torrecuadrada García-Lozano, S. (2010). El control de legalidad de las decisiones del Consejo de Seguridad. *Agenda Internacional*, 17(28), pp. 103-131.
- Torrecuadrada García-Lozano, S. (2012). La expansión de las funciones del Consejo de Seguridad de Naciones Unidas: problemas y posibles soluciones. *Anuario Mexicano de Derecho Internacional*, (12), pp. 365-406. <https://doi.org/10.22201/ij.24487872e.2012.12.402>
- Tronchetti, F. (2015). International legal consideration of cosmic hazards and planetary defense. En J. N. Pelton & F. Allahdadi (Eds.), *Handbook of Cosmic Hazards and Planetary Defense* (pp. 1027-1043). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-03952-7_79
- Tyler, P. E. (27 de abril de 1996). Chinese seek atom option to fend off asteroids. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/1996/04/27/world/chinese-seek-atom-option-to-fend-off-asteroids.html>
- UNOOSA (2023). *Near-Earth Objects and Planetary Defence*. United Nations. https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2023/stspace/stspace73_0_html/st-space-073E.pdf
- Vlasic, I. A. (1991). The legal aspects of peaceful and non-peaceful uses of outer space. En B. Jasani (Ed.), *Peaceful and Non-Peaceful Uses of Space: Problems of Definition for the Prevention of an Arms Race* (pp. 37-55). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003111016-3>
- Von der Dunk, F. (2021). The 2010 report on legal aspects of NEO threat response and related institutional issues. En I. Marboe (Ed.), *Legal Aspects of Planetary Defence* (pp. 120-138). Brill Nijhoff. https://doi.org/10.1163/9789004467606_012
- Wie, B. (2013). Hypervelocity nuclear interceptors for asteroid disruption. *Acta Astronautica*, 90 (1), pp. 146-155. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2012.04.028>

