

Eloy PEÑA ASENSIO

Grado en Ingeniería Aeroespacial por la Universidad Politécnica de Madrid, Master in Aerospace Science and Technology por la Universidad Politécnica de Cataluña y Master in High Energy Physics, Astrophysics and Cosmology por la Universidad Autónoma de Barcelona.

Afiliación: 1) Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) 2) Instituto de Ciencias del Espacio (ICE, CSIC)

Correo: eloy.pena@uab.cat

Alberto CORONEL TARANCÓN

Doctor en Filosofía por la Universidad Complutense de Madrid con un Máster en Epistemología de las Ciencias Naturales y Sociales. Actualmente es Investigador Postdoctoral Margarita Salas (EU- NextGeneration) y coordinador del Laboratorio Filosófico del Antropoceno y del Decrecimiento.

Afiliación: Universidad Complutense de Madrid (UCM)

Correo: acoronel@ucm.es

Elisa SIMÓ SOLER

Doctora en Derecho por la Universitat de València, Máster en Derecho y Violencia de Género, Máster en Abogacía y Doble grado en Derecho y Ciencias Políticas y de la Administración Pública por la Universitat de València. Actualmente es Investigadora Postdoctoral Margarita Salas (EU- NextGeneration).

Afiliación: Universitat de València (UV)

Correo: elisa.simo@uv.es

**Prospectiva ante la amenaza de impacto
cósmico: escenarios de riesgo planetario y
desafíos jurídico-políticos**

Foresighting cosmic impact threat: planetary risk scenarios and legal-political challenges

Resumen

La Tierra podría enfrentarse de nuevo al impacto de un gran objeto procedente del cosmos. Este contexto, plausible, aunque poco probable, nos expone como humanidad a un paradigma sin precedentes. Desarrollar estrategias de defensa planetaria deviene imprescindible, así como la necesidad de definir el marco normativo que posibilite su articulación jurídica y política respetando los derechos humanos. Este trabajo ofrece un análisis prospectivo y transdisciplinar situado en una revisión rigurosa de las capacidades científico-técnicas actuales de mitigación de asteroides. A su vez, examina las implicaciones político-jurídicas y bioéticas de los distintos escenarios derivados de la amenaza de impacto cósmico. Mediante un ejercicio de extrapolación, proponemos la figura del *refugiado de impacto* y el *Estado sin territorio* adoptando como referencia los *refugiados climáticos* y los riesgos medioambientales. Al considerar los conflictos geopolíticos y la multiplicidad de actores involucrados, el artículo concluye con la necesidad de generar un sistema de prevención que garantice procedimientos democráticos para la toma de decisiones frente a escenarios catastróficos.

Palabras clave

Defensa planetaria, Impacto cósmico, Prospectiva, Refugiado, Estado sin territorio.

Abstract

The Earth could once again face the impact of a large object from the cosmos. This plausible, if unlikely, scenario exposes us as humanity to an unprecedented paradigm. The development of planetary defence strategies becomes essential, as does the need to define their regulatory framework for enabling its legal and political articulation while respecting human rights. This paper offers a prospective and transdisciplinary analysis based on a rigorous review of the current scientific-technical capabilities of asteroid mitigation. In turn, it examines the political-legal and bioethical implications of various scenarios derived from the threat of cosmic impacts. Through an extrapolation exercise, we propose the figure of the impact refugee and the deterritorialized state by adopting climate refugees and environmental risks as a reference. Taking into account geopolitical conflicts and the multiplicity of actors involved, the article concludes with the need to generate a prevention system that guarantees democratic for decision-making procedures in the face of catastrophic scenarios.

Keywords

Planetary defense, Cosmic impact, Foresight, Refugee, Deterritorialized State.

Citar este artículo:

Simó Soler, E., Peña Asensio, E. y Coronel Tarancón, A. (2023). Prospectiva ante la amenaza de impacto cósmico: escenarios de riesgo planetario y desafíos jurídico-políticos». *Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos*. N.º 21, pp. 45-74.

I. Introducción

La actividad de nuestro sistema solar ha sido lo suficientemente violenta para moldear nuestro planeta, pero también ha concedido largas etapas de estabilidad en las que la vida humana ha podido prosperar. Hasta el siglo XX, el estudio de catástrofes de escala planetaria estuvo más asociado al lenguaje mitológico y religioso que a lo que, desde parámetros contemporáneos, denominamos conocimiento científico. Hoy vivimos en una época en la que la ciencia y la tecnología han revolucionado nuestra comprensión del universo y la forma en la que nos comprendemos como parte de él. Este proceso de aprendizaje también nos ha permitido tomar conciencia respecto de las amenazas que habían pasado inadvertidas durante miles de años. Observando los cráteres de la Tierra y la Luna, hemos descubierto que nuestro «vecindario cósmico» alberga múltiples peligros para la supervivencia de la vida humana (Morrison *et al.*, 1994).

En la cultura popular, la amenaza de impacto de un asteroide con la Tierra está más cerca de la ciencia ficción que de la ciencia real. Desde *Armagedon* hasta la más reciente *Don't Look Up*, una gigantesca roca con rumbo a la Tierra constituye uno de los tópicos favoritos del cine apocalíptico. A menudo, el peligro de impacto ha sido malinterpretado o exagerado por la lógica del *clickbait* (Shafer *et al.*, 2013; Peterson y Thompson, 2020). Pero aun estando culturalmente relegada al ámbito de la ficción y el sensacionalismo, para la comunidad científica internacional la amenaza de objetos extraterrestres constituye una fuente de creciente interés y preocupación.

De hecho, no es posible excluir la posibilidad de que un escenario de impacto cósmico se sitúe en un futuro cercano. Debido a la naturaleza casi aleatoria del encuentro de objetos en el sistema solar, es decir, la colisión de rocas espaciales, asteroides, cometas y planetas en su movimiento alrededor del Sol, podríamos enfrentarnos a este problema en las próximas décadas. El análisis de las amenazas cósmicas refleja importantes semejanzas con los riesgos medioambientales y, tal y como se expone en este trabajo, sugiere que las estrategias de prevención y mitigación diseñadas para el riesgo de impactos medioambientales pueden servir como modelo para los impactos cósmicos. Por ejemplo, los dispositivos de evacuación y gobierno de poblaciones desplazadas, la figura legal del refugiado, las reflexiones sobre la configuración del Estado, así como las estrategias de comunicación y concienciación respecto de los riesgos, serían útiles en ambos escenarios.

Sabemos que el impacto de un asteroide desencadenó una extinción masiva, y que una colisión cósmica de estas proporciones podría volver a ocurrir (Morrison, 1992; Trigo-Rodríguez, 2022). Aunque la probabilidad no sea significativa para la vida de una generación, cada generación, en la medida en la que hereda un planeta habitable, tiene un compromiso bioético con la defensa del planeta que heredarán las generaciones venideras. En este sentido, la defensa planetaria se enmarca dentro de las llamadas éticas con *orientación a futuro* y como alternativa al *presentismo* ético: nuestra acción o inacción no solo afecta a la vida *actualmente existente*, sino también a la vida de las generaciones por venir.

Ante el riesgo de amenazas con potenciales catastróficos para generaciones futuras, la defensa planetaria asume lo que Hans Jonas denominó el «principio categórico de

responsabilidad, por el cual se acepta el deber de obrar de tal manera que los efectos de la acción sean compatibles con la permanencia de una vida auténticamente humana sobre la Tierra» (Jonas, 1994).

Aplicado a los deberes de la defensa planetaria, este principio nos insta a abordar los problemas y las tareas mismas de la defensa planetaria —cuyo objetivo es la defensa de la Tierra de la amenaza de cuerpos celestes— más allá del tecno-optimismo y del solucionismo tecnológico, por el cual la defensa de la vida terrestre frente a los potenciales efectos catastróficos de un impacto cósmico puede realizarse sin tener en cuenta los elementos jurídicos y políticos implicados en sus operaciones. Contra este modo de abordar el abanico de desafíos que presenta, argumentamos que la defensa planetaria exigirá el despliegue de formas tecnológicas, políticas y jurídicas sin antecedentes en la historia de la humanidad; formas de cooperación que no existen en la práctica actual y de las cuales depende en gran medida la prevención de escenarios catastróficos ligados al riesgo de impacto cósmico. A su vez, argumentamos que los objetivos de la defensa planetaria son perfectamente compatibles con la prevención de escenarios catastróficos vinculados al cambio climático y otros riesgos ambientales, por lo que el avance en dispositivos de prevención y mitigación respecto de impactos cósmicos podría servir a su vez para prevenir y mitigar peligros medioambientales.

Es fundamental anticiparse al futuro de manera creativa y profunda con el objetivo de prepararse para los posibles desafíos que puedan surgir. El método de los escenarios utilizado en este trabajo permite crear historias coherentes e imaginativas sobre futuribles alternativos, desde los más esperados hasta los menos probables (Bishop, Hines y Collins, 2007). Al extrapolar el conocimiento actual sobre escenarios plausibles desde una perspectiva transdisciplinar, podemos identificar amenazas que podrían surgir en el futuro e identificar las estrategias oportunas para prevenir de manera adecuada aquellas situaciones que supongan un riesgo.

El trabajo comienza presentando los antecedentes de impactos cósmicos y el estado de nuestra capacidad de respuesta. Acto seguido, se analizan tres semejanzas en el estudio de los riesgos cósmicos y medioambientales que sirven como punto de partida para el análisis de las problemáticas jurídico-políticas derivadas de la amenaza de impacto cósmico. Este estudio prospectivo parte de los diversos escenarios que plantea la amenaza de un impacto cósmico real basándose en el desarrollo científico-técnico actual: alerta de impacto, deflexión fallida, deflexión parcial y deflexión total. Tras ello, se proponen figuras como los refugiados de impacto y los estados sin territorio y se reflexiona sobre nuevas formas de gobernanza. Seguidamente, se realiza una revisión del marco normativo para finalizar con la formulación de un conjunto de propuestas de futuro.

2. Antecedentes: impactos cósmicos

En 2013, una roca de 19 metros pasó desapercibida a todos los observatorios del mundo al impactar en la ciudad rusa de Cheliábinsk, no así a los cientos de testigos que registraron el evento (Brown *et al.*, 2013). La propia onda expansiva y la energía

que radió mientras se quemaba en la atmósfera ocasionaron 1.600 personas heridas. Una colisión de mayores proporciones tuvo lugar en la sierra siberiana de Tunguska a principios del siglo XX, devastando un área forestal de 2.000 km² (Chyba *et al.*, 1993). Si bien no causó pérdidas humanas, de haberse producido en un área densamente poblada las víctimas hubiesen ascendido a cientos de miles.

Disponemos de evidencias que prueban que el precursor de la última gran extinción masiva fue el impacto de un asteroide: un objeto rocoso de más de 10 km de diámetro que excavó el cráter de Chicxulub (Golfo de México) provocando, además de la devastación de la propia colisión, un repentino cambio climático por el bloqueo de la luz solar y el consiguiente enfriamiento de la temperatura global (Álvarez *et al.*, 1982; Brugger *et al.*, 2017). Se estima que los eventos de este tipo ocurren cada 100 millones de años, habiendo acontecido este impacto hace 67 millones de años, estadísticamente, estamos en el último tercio para recibir otra colisión de una magnitud semejante (Chapman y Morrison, 1994).

Gracias al trabajo de numerosos grupos científicos y al apoyo de las agencias espaciales, se ha reconocido la realidad del peligro de impacto cósmico. Hoy en día se dedican muchos esfuerzos en defensa planetaria: programas de localización y seguimiento de Objetos Cercanos a la Tierra (OCT o NEOs por sus siglas en inglés), evaluación de riesgos y clasificación de Objetos Potencialmente Peligrosos (OPP o PHOs en inglés), desarrollo de estrategias de mitigación o preparación jurídico-política para la reacción humana ante el posible impacto de un asteroide o un cometa (Atkinson *et al.*, 2000; Larson, 2006; Chodas, 2015; Baum, 2018). De aquí en adelante, para facilitar la lectura, nos referiremos exclusivamente al impacto de un asteroide.

Por primera vez, la especie humana es consciente de la violencia cósmica que envuelve al planeta Tierra. Aun así, se estima que actualmente solo hemos observado un tercio de los objetos que atraviesan la órbita de la Tierra capaces de causar daños regionales (140 metros de diámetro con una frecuencia estimada de impacto de 5.000 años) y queda por detectar el 10 % de los OCT de más de 1 km (capaces de causar daños globales llegando a producir 1.000 millones de víctimas) (NASA, 2006; Mainzer *et al.*, 2014).

3. ¿Cuál es nuestra capacidad de respuesta?

En los últimos años, han proliferado las propuestas de mitigación de impactos de asteroides (por ejemplo, impactador cinético, haz de iones, tractor gravitatorio, dispositivo nuclear...), lo que sugiere un panorama prometedor de cara a evitar colisiones catastróficas (Weisbin, 2015; Anthony & Emami, 2018). Sin embargo, ninguna de estas tecnologías está suficientemente evolucionada como para efectuar una acción de defensa efectiva en caso de que un gran cuerpo celeste se dirigiese hacia la Tierra, por lo que nuevos y mayores esfuerzos deben dedicarse desde el punto de vista técnico (Rivkin *et al.*, 2023).

Algunas de estas opciones, los explosivos en general y la nuclear en particular pueden ser contraproducentes. Los primeros, por el riesgo de fragmentación del objeto aumentando su área efectiva de impacto e impidiendo futuros intentos de mitigación (Syal *et al.*, 2013). Los segundos, por los riesgos de guerra nuclear y conflictos violentos (Baum, 2019). La corrección de las órbitas de los asteroides, también llamada *deflexión*, es la estrategia candidata para evitar los impactos con la Tierra, especialmente el impactador cinético, como lo demuestran las misiones espaciales DART (Cheng *et al.*, 2012) y Hera (Michel *et al.*, 2018). El objetivo de estas misiones es realizar el primer ensayo de redireccionamiento de un asteroide binario para evaluar la capacidad de desviar un objeto peligroso mediante el impacto de una sonda espacial artificial.

La misión DART demostró en septiembre de 2022 que es posible alterar la trayectoria de un pequeño asteroide mediante un impacto cinético, en concreto, desviando ligeramente la órbita del asteroide Dimorphos (Daly *et al.*, 2023). Sin embargo, este logro no implica que tengamos la preparación para enfrentarnos a cualquier escenario de riesgo de colisión con objetos espaciales. Aún quedan muchos aspectos por investigar sobre la naturaleza y el comportamiento de los cuerpos celestes que podrían amenazar nuestro planeta, incógnitas como la estructura, la composición y la respuesta mecánica del objetivo pueden dificultar la predicción del resultado (Syal *et al.*, 2016; Tanbakouei *et al.*, 2019).

Además, la capacidad de respuesta estará limitada por el momento del descubrimiento (Greenstreet *et al.*, 2020), que constituye un factor aleatorio: la deflexión será tanto más efectiva cuanto mayor sea el tiempo de observación previo al impacto. Este desconocimiento, unido a las imprecisiones inherentes a este tipo de cálculos astrodinámicos (Rumpf *et al.*, 2020), convierten el contexto de amenaza de colisión en un escenario caracterizado por la incertidumbre.

En la 7.^a Conferencia de Defensa Planetaria (2021) de la *International Academy of Astronautics* (IAA), se realizó un simulacro de impacto donde participaron investigadores de las agencias espaciales e instituciones académicas más importantes del mundo, confirmando la incapacidad actual de protegernos de tal peligro (IAA Planetary Defense Conference, 2021).

Ambas circunstancias (incertidumbre futura y actual incapacidad de deflexión) justifican la necesidad de desarrollar estrategias y programas internacionales que acompañen al desarrollo de las tecnologías disponibles. De hecho, la creciente preocupación de la comunidad científica ha provocado que algunos países realicen los primeros movimientos para incluir esta cuestión en sus agendas estatales. Muestra de ello es la creación de la Agencia Espacial Española, cuyos Estatutos fueron aprobados el 8 de marzo de 2023 por Real Decreto 158/2023. El artículo 2 apartado 3 fija, como fines de la Agencia Espacial, la contribución a la seguridad nacional y la promoción de acciones conducentes a garantizar los objetivos de seguridad y defensa, así como el refuerzo de la necesaria coordinación para maximizar la eficiencia y eficacia de los recursos financieros disponibles para la seguridad, investigación, innovación, tecnología, desarrollo, industria y programas en el ámbito espacial.

Tal y como se menciona en dicho real decreto, el sector espacial se consolida como esencial para la Seguridad Nacional y se subraya que las políticas de seguridad deben estar basadas en la cooperación internacional teniendo en cuenta a todos los actores implicados. De esta manera, se propone la creación de una Agencia Espacial Española que contribuya a ordenar las competencias y facilite el uso de capacidades espaciales. Aunque no se declara explícitamente en el documento, del argumentario del Gobierno puede extraerse que las actividades espaciales y de defensa planetaria pasarán a formar parte de las estrategias de Seguridad Nacional.

A pesar de estos primeros esfuerzos, y debido al vacío legal existente en la materia, todavía estamos lejos de poder dar una respuesta integral y efectiva, que sea garantista de los derechos humanos y que asegure cauces de participación democráticos y un proceso de toma de decisiones transparente. Esta constatación identifica el vaso comunicante entre la ciencia política y la defensa planetaria, precisamente, por el modo en el que las estrategias de mitigación y adaptación que pueden ser útiles para la defensa frente a impactos cósmicos pueden serlo, a su vez, para orientar la defensa de las poblaciones frente a impactos medioambientales.

4. Semejanzas entre riesgos cósmicos y medioambientales

La naturaleza del cambio climático podría describirse como un hiperobjeto, masivamente distribuido en el tiempo y el espacio, multidimensional y con un comportamiento aparentemente caótico (Morton, 2013). Tal y como nos muestran los informes del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), esto hace que la descripción de escenarios catastróficos, el diseño de las estrategias de prevención, mitigación y adaptación exija de la cooperación interdisciplinar y transdisciplinar entre especialistas de los diferentes ámbitos de la comunidad científica internacional. Frente a esta complejidad, la identificación de semejanzas formales en el análisis y estudio de los riesgos cósmicos y medioambientales puede servir para facilitar la predicción de escenarios y la elaboración de planes de acción. Es decir, un asteroide condensa y proyecta riesgos de impacto que la crisis climática disemina.

Por ejemplo, la comunidad internacional debe plantear escenarios de reubicación de poblaciones ocasionados por las condiciones climáticas extremas que algunos territorios experimentan. Las comunidades inuit costeras de Canadá están sufriendo el derretimiento del permafrost y pequeñas islas como Kiribati, Tuvalu, Maldivas o las Islas Marshall podrían quedar sumergidas en un futuro próximo por la subida del nivel del mar. Para evitar que sus habitantes queden en un limbo legal o incluso se conviertan en apátridas, se ha señalado la necesidad de crear un marco aglutinador de normas de *hard law* y *soft law* que garantice los derechos de las personas desplazadas (Yamamoto y Esteban, 2017; Atapattu, 2014). De la misma forma, un impacto cósmico podría conllevar el riesgo de que las regiones afectadas quedaran inhabitables, con el consiguiente desplazamiento de las poblaciones.

Otro ejemplo lo encontramos en la incidencia de la pandemia por la covid-19. Durante su inicio fue ampliamente repetida la consigna «el virus nos iguala a todos». Sin embargo, durante estos dos años se pudo comprobar que las condiciones materiales tanto de los Estados como de los individuos son determinantes a la hora de articular una acción de respuesta. Esta misma problemática podría darse en un escenario de impacto. Aparentemente la amenaza de un asteroide nos iguala como humanidad, cualquier territorio y su población pueden verse en peligro ante un enemigo común que no distingue entre especies, etnias, nacionalidades o grupos sociales, pero de nuevo, las capacidades de respuesta son dispares. Solo unos pocos Estados y empresas cuentan con la tecnología necesaria para proteger a la población.

En suma: los nuevos retos que presenta la crisis climática pueden servir de espejo para afrontar los problemas derivados de un impacto contra la Tierra y, a la inversa, los retos que presenta la amenaza de impacto cósmico pueden ser útiles para enfrentar los riesgos de la crisis medioambiental.

En este sentido, es preciso ir más allá de lo interdisciplinar para pensar la defensa planetaria en términos transdisciplinares. La transferencia de métodos de una disciplina a otra constituye uno de los rasgos centrales de la metodología interdisciplinar. Sin embargo, más allá de la transferencia, la integración metodológica plural hace posible superar las fronteras disciplinarias a través de lo que Basarab Nicolescu denominó la perspectiva *transdisciplinar*: el «proceso según el cual los límites de las disciplinas individuales se trascienden para tratar problemas desde perspectivas múltiples con vistas a generar conocimiento emergente» (Nicolescu, 1998; Matos y Quesada, 2008). Atendiendo a las amenazas cósmicas y ecológicas, el estudio transdisciplinar de los riesgos de impacto cósmico y medioambiental destaca tres grandes semejanzas o isomorfismos que los comunica y entrelaza:

i. la incertidumbre prospectiva; ii. La urgencia temporal y iii. La responsabilidad difusa frente a los efectos.

- i. *Incertidumbre prospectiva*. Las catástrofes naturales y los riesgos de colisión de OPP implican escenarios de *alta incertidumbre*. En ambos casos, el análisis prospectivo y el diseño de protocolos constituyen la mayor garantía de seguridad para las poblaciones afectadas (Velásquez, 2015). Las amenazas de impacto cósmico pueden ser previsibles o imprevisibles, de la misma forma que las catástrofes medioambientales. Por ejemplo, una erupción volcánica, un terremoto, un huracán o un tsunami puede ser previstos o imprevistos (i.e. erupción de la Palma). Otros fenómenos meteorológicos como las olas de calor, las sequías, la desertificación y la glaciación pueden ser pronosticados incluso con décadas de antelación. Lo mismo podría suceder con el riesgo de colisión. En ambos casos, la anticipación constituye el factor decisivo para disminuir las bajas mortales de una catástrofe. Frente a los fenómenos inciertos con capacidad de transformar abruptamente la habitabilidad de grandes regiones, los dispositivos de previsión y evacuación constituyen la mayor garantía para la defensa de las poblaciones.

- ii. *Emergencia temporal.* En el plano temporal, la mitigación de los efectos negativos de un impacto cósmico o medioambiental catastrófico está marcada por su carácter de emergencia, de acuerdo a su definición en la Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil «Situación de riesgo colectivo sobrevenida por un evento que pone en peligro inminente a personas o bienes y exige una gestión rápida por parte de los poderes públicos para atenderlas y mitigar los daños y tratar de evitar que se convierta en una catástrofe» (Ley 17/2015). Debido a la probable destrucción de infraestructuras, el carácter urgente de un impacto catastrófico conlleva una disminución del campo de acciones posibles *in situ*: si las autopistas colapsan o se destruyen, o si las calles y los puertos se ven afectados, solo el transporte aéreo (en ausencia de polvo suspendido en la atmósfera) y marítimo (en función de las regiones) sería efectivo para paliar la situación emergente. En relación con su efectividad y eficacia, la defensa planetaria y medioambiental —o una forma de defensa integral que logre aglutinar ambas (Coronel Tarancón, Simó Soler y Peña Asensio, 2023)— debe priorizar las estrategias de detección y prevención sobre las de adaptación.

Ya provenga de un riesgo medioambiental o cósmico, una situación catastrófica implica que la población damnificada debe ser provista de servicios básicos, como agua, saneamiento, alimentos, refugio, atención sanitaria y protección. Debido al carácter urgente de estos servicios, cada una de ellas requiere organización previa, financiación adicional, ayuda efectiva inmediata y a largo plazo y datos para tomar decisiones y evaluar las intervenciones. La capacidad de respuesta ante la urgencia derivada de impactos cósmicos y medioambientales interpela al principio de responsabilidad de proteger propuesto por Naciones Unidas (2005): la responsabilidad de cada Estado y, subsidiariamente de la comunidad internacional, de proteger a sus poblaciones en situaciones de crisis que supongan una vulneración de derechos humanos. Su traslación requiere de un acotamiento al supuesto de hecho y de una matización de algunos elementos controvertidos como su carácter exclusivamente político (y no jurídico), la determinación del fin humanitario que persiguen las intervenciones (impregnado de intereses geopolíticos o económicos) o el recurso a la fuerza como medio de resolución (militarizando la salida a la crisis), focalizando la mayor atención en la faceta preventiva (Añaños Meza, 2009). Por ello, al principio de responsabilidad de proteger habría que añadir una cláusula de protección *no invasiva*, de lo contrario no sería posible prevenir el uso de la responsabilidad de protección como subterfugio de intereses encubiertos.

- i. *Responsabilidad difusa o compartida.* Tanto en los riesgos de impacto cósmico como medioambiental, no siempre es posible atribuir responsabilidades éticas o políticas de manera directa o simple (Spiegel, 2005). En ambos casos, los desastres consumados podrían ser retrospectivamente asociados con la acción y la inacción estratégica de un número *a priori* indeterminado de actores internacionales. Sin embargo, el desarrollo económico desigual cristalizado en el siglo XXI responsabiliza en mayor medida a aquellas potencias con capacidad financiera y tecnológica para desarrollar estrategias de prevención y mitigación de impactos catastróficos. Por ello, la defensa planetaria y la sostenibilidad medioambiental exigen formas equitativas y justas de cooperación internacional.

Porque no todos los países disponen de los mismos recursos para invertir en estrategias de prevención y mitigación de impactos catastróficos, y no todos los países se ven igualmente expuestos a los efectos planetarios de dichos impactos. Por ello —y este constituye el isomorfismo que engloba a todos los anteriores— tanto la defensa planetaria como la sostenibilidad medioambiental son cuestiones de *justicia global*.

- ii. *Justicia global y cooperación internacional*. Con el estado actual de la ciencia y la tecnología, un único Estado por sí mismo no podría hacer frente a la amenaza que, de materializarse, generaría un daño global (pensemos, por ejemplo, en un impacto regional que causara una súbita alteración del clima o incluso terremotos y tsunamis con repercusiones mundiales). Además, dada la desigualdad de recursos entre Estados y organismos no gubernamentales, la respuesta según este criterio material resultaría completamente descompensada entre unos Estados con medios tecnológicos y otros carentes de cualquier tipo de dispositivo, ni siquiera de programas de observación del cielo y seguimiento de objetos. Por ello, y con un historial a todas luces mejorable en cuanto a la gestión de problemas transfronterizos, una estrategia de mitigación tendría que llevarse a cabo a partir de la coordinación internacional y la creación de una red mundial en la que se dispusiera de actores diversos, recursos tecnológicos, presupuesto y procesos de toma de decisiones democráticos que apelara a una justicia global en el sentido de igual protección y garantías para todas las poblaciones sin distinción (Packer *et al.*, 2013).

De los cuatro elementos señalados, se deduce la necesidad de una aproximación jurídico-política que traspase los límites del «presentismo» (Balashov y Janssen, 2003) y del *solucionismo tecnológico* (Morozov, 2015) que han definido hasta el presente los problemas y las tareas de la defensa planetaria.

5. Análisis prospectivo de la amenaza de impacto cósmico

Como señalamos en el apartado anterior, dado nuestro grado de conocimiento científico y capacidades tecnológicas, el escenario de amenaza de impacto estaría fundado en la incertidumbre. No solo porque se desconozca el momento de la detección y las características del objeto, sino porque, aunque se detectase con suficiente tiempo de antelación, predecir con exactitud la trayectoria y el lugar exacto de colisión podría estar fuera de nuestro alcance. El grado de impredecibilidad de un fenómeno catastrófico influiría en el proceso de toma de decisiones y en la elección de protocolos. Esta incertidumbre (que se trasvasa de lo tecnológico a lo político) constituye uno de los grandes elementos que comunican las tareas y los problemas de la defensa planetaria con las ciencias políticas.

La previsión de la necesidad de cooperar frente al peligro de un impacto cósmico exige un análisis prospectivo realista que facilite una estrategia de gobernanza anticipatoria y una respuesta institucional garantista frente a los escenarios resultantes de un posible

impacto. La complejidad de calcular el punto exacto de colisión dificulta el debate sobre una posible actuación. Si un Estado tiene la capacidad de desviar un asteroide y cambiar el lugar del impacto, se abre la puerta a la discrecionalidad. Irónicamente, si no desarrollamos la tecnología de deflexión no podremos defendernos del encuentro con un asteroide, pero si desarrollamos esta capacidad se desbloquea la posibilidad de un mal uso deliberado con resultados potencialmente apocalípticos (Sagan y Ostro, 1994).

Es el denominado *Dilema Real de la Deflexión*, que afirma que el desarrollo de una misión de defensa planetaria pone necesariamente en peligro vidas que de otro modo no estarían amenazadas, así como activos tangibles e intangibles (Schweickart, 2004). Esta situación hipotética define la intersección entre la defensa planetaria, la política y la bioética: ¿qué criterios podrían ser empleados para dirimir si se debe o no modificar la trayectoria del asteroide? ¿Son los Estados entidades capaces de tomar decisiones éticas ante el peligro de una amenaza de impacto? ¿Podrían los Estados más fuertes adoptar decisiones unilaterales que afectasen a terceros? ¿Qué efectos tendrían en las relaciones internacionales? ¿Se debería priorizar la defensa de territorios densamente poblados, industrializados, dotados de un mayor valor cultural o ecológico?

Atendiendo a las diferencias ligadas al desarrollo económico y tecnológico desigual: ¿cómo afecta el privilegio tecno-epistémico de unos Estados sobre otros (sin recursos para detectar, prevenir o modificar el rumbo de un asteroide) al Dilema Real de la Deflexión? Si tomamos en consideración las semejanzas entre los impactos cósmicos y medioambientales, cabe preguntar: ¿estamos atestiguando el desvío permanente de los impactos medioambientales hacia los países del llamado Sur Global? Si la crisis medioambiental planetaria fuese analizada al trasluz de este dilema, ¿cabría hablar de una *deflexión ecológica* para definir el desvío de impactos medioambientales de unos Estados a otros?

Todas estas preguntas constituyen una mina de reflexión bioética, jurídica y política que entrelaza el análisis de los riesgos cósmicos y medioambientales, al mismo tiempo que simplifica la atribución equitativa de responsabilidades para la persecución de los objetivos de la justicia climática (Borrás y Villavicencio, 2021). A su vez, nos obligan a realizar un ejercicio imaginativo y a futuro, pensando en la interferencia de intereses geopolíticos con las estrategias de prevención y mitigación. Como ideal regulativo, este enfoque permite reconceptualizar la seguridad transnacional según el cual: «todos los actores de la seguridad tienen la responsabilidad de tener en cuenta el impacto global de sus decisiones» (Burke, 2013).

Para abordar los nexos entre la ética, el derecho, la política y la defensa planetaria comenzaremos diferenciando los distintos escenarios en los que la humanidad podría encontrarse con la actual capacidad científico-técnica de deflexión de OPP.

6. Método de escenarios aplicado a la deflexión de objetos peligrosos

Las capacidades científico-técnicas actuales en materia de defensa planetaria nos permiten distinguir cuatro escenarios y los desafíos jurídico-políticos asociados a cada

uno de ellos. Su construcción teórica dependerá de la extrapolación transdisciplinar y no de la mera especulación: no se trata de imaginar, sino de proyectar la información de la que disponemos para construir escenarios hipotéticos a partir de datos empíricos. Por otra parte, en la medida en que los impactos cósmicos constituyen amenazas complejas y multidimensionales, su análisis se puede beneficiar de lo que Edgar Morin (2007) denomina la «lógica del tercero incluido», por la cual las contradicciones irresolubles en un plano del problema pueden resolverse en otro. Por ejemplo, si dos naciones soberanas entran en una disputa, el valor medioambiental de un territorio puede resultar más difícil de reconstruir que las infraestructuras de otro. En este caso, el análisis medioambiental desempata la contradicción entre los intereses legítimos de Estados soberanos.

Haciendo uso de este enfoque, diferenciamos cuatro escenarios principales: alerta de impacto, no deflexión, deflexión parcial y deflexión completa. Como podemos ver en la figura inferior (véase la Fig. 1), distintos escenarios pueden compartir elementos, tal y como se explica a continuación.

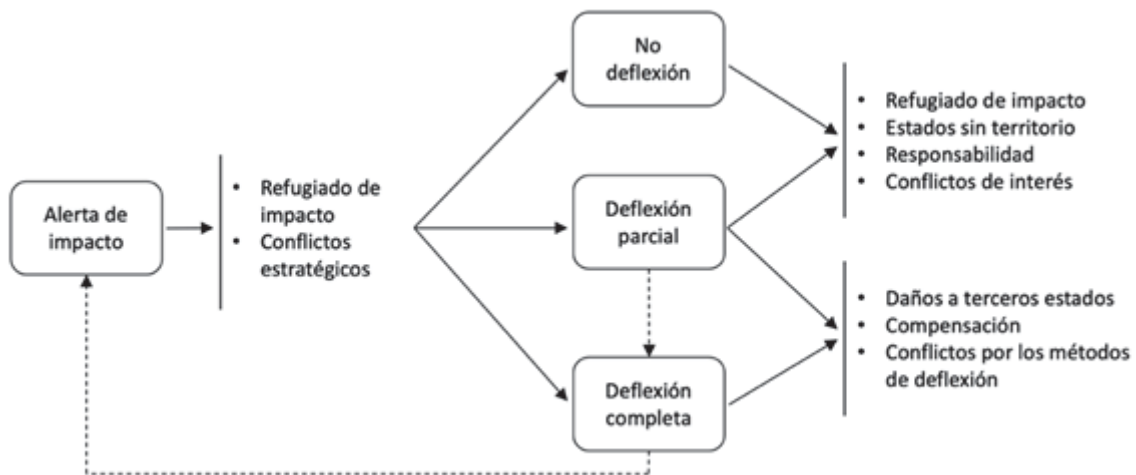


Figura 1. Diagrama sobre los elementos compartidos de cada uno de los escenarios de impacto cósmico planteados. Fuente: elaboración propia.

6.1 Alerta de impacto cósmico

Como se ha mencionado, podría existir un alto grado de incertidumbre en la determinación de la probabilidad de impacto. Justamente por ello, es necesario actuar asumiendo la certeza del impacto con el objetivo de anticipar el peor escenario con la máxima antelación posible.

En primer lugar, la propia noticia de amenaza de impacto podría desencadenar *ipso facto* un fenómeno migratorio hacia regiones de bajo riesgo o, incluso, una migración global hacia el lado opuesto de la Tierra. Estos movimientos poblacionales, candidatos a generar crisis humanitarias y políticas, podrían ser espontáneos o coordinados institucionalmente, así como temporales o permanentes, pero, en cualquier caso, deberían estar respaldados por un marco legal: el refugiado de impacto (figura que

se analizará en el apartado siguiente). Además, podrían surgir diferentes conflictos en cuanto a la estrategia de respuesta seleccionada, ya que la sola intención de optar por determinadas acciones de mitigación generaría tensiones entre Estados.

En segundo lugar, un país podría interpretar como una amenaza a su seguridad que otro Estado pretendiera emplear una técnica peligrosa y cuestionable que generase mayores daños. Pensemos, por ejemplo, en el uso de artefactos explosivos nucleares. Un fallo en el lanzamiento podría provocar un fenómeno de contaminación radiactiva en tierra o a baja altura. Otro ejemplo: una estrategia de mitigación con explosivos podría no destruir el asteroide y producir fragmentos que permanecerían en la misma trayectoria de colisión ampliando el área efectiva de impacto (Syal *et al.*, 2013). Esta situación agravaría la anterior, dificultando intentos posteriores de deflexión y amenazando nuevas regiones en lugar de reducir el riesgo (Rumpf *et al.*, 2020).

Además, un método de mitigación con explosivos óptimo (con un gran potencial destructivo) podría exacerbar tensiones nucleares entre países (Schmidt, 2019) por lo que se debería relegar como *ultima ratio* (Baum, 2019). Siguiendo esta línea, un Estado amenazado podría descartar la utilización de explosivos nucleares y, si fuera esta la única opción, surgiría entonces el debate sobre el alcance de la soberanía nacional y la inexistente obligación de los Estados de ayudar a otros (Drube y Haddaji, 2020). Incluso podrían presentarse situaciones tan perversas como que un Estado no notificara la amenaza de colisión con la intención de reducir el margen de actuación y mejorar su posición en negociaciones de auxilio.

Por otro lado, para maximizar el control operativo y garantizar la mayor capacidad de respuesta, los Estados podrían nacionalizar empresas clave no solo para la estrategia de defensa, sino también para la recuperación económica. Debido a la cada vez mayor necesidad de colaboración público-privada y el surgimiento de megacorporaciones aeroespaciales, un resultado satisfactorio gracias a la intervención del sector privado podría forzar compensaciones o tratos privilegiados.

6.2. *No deflexión: fallo o inacción*

La inactividad del Estado amenazado o una misión de mitigación fallida podrían dar lugar a un acontecimiento catastrófico. El territorio podría quedar devastado y sus infraestructuras (viviendas, parlamento, hospitales, tribunales, comisarías, empresas...) destruidas. En función de los daños ocasionados, la población previamente evacuada quedaría desplazada de su territorio de forma temporal o permanente (Atapattu, 2014; Ferris, 2010).

En primer lugar, la existencia de un territorio inhabitable, o directamente su extinción física, sugiere la reconfiguración del modelo de Estado-nación bajo el paradigma de los Estados desterritorializados (como se abordará más adelante).

En segundo lugar, si los actores involucrados (Estados, empresas u organismos internacionales) fracasasen en el intento de desviar o destruir el asteroide, no existiría

ninguna obligación legal de ayudar a los Estados afectados por los errores cometidos. En principio, ignorar la solicitud de asistencia no violaría ninguna norma internacional, de ahí la importancia del principio de *responsabilidad bioética* para abordar la elaboración de nuevos compromisos internacionales. Los Estados que, en cada momento histórico, cuenten con una capacidad tecnológica decisiva para el ensayo de deflexión son *a priori* responsables del marco de acción e inacción que despliega su capacidad. Por ello, y para minimizar las consecuencias negativas de desatender a las poblaciones amenazadas, sería necesario determinar de antemano un régimen de responsabilidad compartida que defina y delimite los efectos legales de las decisiones.

En este sentido —tercero—, la participación en la estrategia de mitigación de un tercer actor podría abordarse desde un análisis coste-beneficio en el que no desaparecerían necesariamente los conflictos de intereses. Un Estado podría negar la asistencia a otro por tratarse de un competidor en el mercado global o bien por propósitos geopolíticos. Y, al contrario, un Estado podría ofrecer su colaboración a otro que no dispusiese de la suficiente capacidad tecnológica a través de negociaciones abusivas. De hecho, un escenario de impacto cósmico sitúa en el centro del debate la cuestión del valor de los seres vivos, así como la protección de la biosfera del planeta (Schmidt, 2018), especialmente en un contexto de emergencia climática como el actual, donde la defensa de la vida humana y no-humana se presentan como tareas que, lejos de ser incompatibles, son epocalmente señaladas como inseparables por las organizaciones antiespecistas, ecologistas y ambientalistas (Horta, 2010; Pendergrast, 2016).

6.3. *Deflexión parcial: desviación con impacto*

Este marco engloba las acciones de deflexión del asteroide que, pese a haber modificado el punto de impacto, no han evitado la colisión. En este escenario, el asteroide habría sido desviado parcialmente debido a una capacidad limitada de mitigación o a un resultado fallido de la misión, causando daños en una región que no estaba originalmente en peligro. Todos los elementos son compartidos con el marco anterior: los fenómenos migratorios, los Estados sin territorio, el llamamiento a la cooperación, la responsabilidad por el fracaso de la estrategia y los intereses en conflicto. De manera semejante, podría producirse un impacto posdeflexión si se diera una sucesión de deflexiones unilaterales entre naciones para minimizar sus riesgos, provocando que el objeto impacte en un tercer Estado distinto del inicialmente amenazado.

Sería el caso en el que un primer Estado desviase el asteroide, un segundo Estado lo volviera a desviar y el asteroide finalmente colisionase contra un océano, provocando un tsunami que golpeará la costa de un tercer Estado que no estaba previamente en riesgo. Habría que analizar las consecuencias desde la penalización de los Estados hasta la reclamación de indemnizaciones por parte del Estado afectado. Los intereses geopolíticos y la falta de capacidad tecnológica, así como los desacuerdos en los métodos aplicados, volverían a situarse en primer plano.

6.4. Deflexión completa: desviación sin impacto

En principio, evitar el impacto del asteroide sería un éxito. Sin embargo, esto no evitaría encuentros cercanos posteriores típicos de las órbitas de estos objetos (Giorgini *et al.*, 2008). El peligro de impacto podría surgir más adelante amenazando una nueva región de la Tierra.

En primer lugar, al igual que en el caso anterior, un tercer Estado que no estuviese inicialmente bajo alerta podría estar ahora en peligro, y en el caso de una nueva amenaza de impacto tras una primera deflexión, volverían a plantearse dos cuestiones jurídicas: la recompensa al Estado o entidad que haya llevado a cabo con éxito la estrategia defensiva y la reclamación de una indemnización por parte del Estado dañado. El supuesto de un reencuentro peligroso posterior a una desviación supone un reto adicional, ya que *a priori*, en el momento de decidir modificar la trayectoria, no se podría prever con exactitud el punto de impacto en un subsiguiente encuentro cercano, por lo que la imputación de responsabilidad sería altamente compleja.

La diferencia principal entre la deflexión completa y la parcial radica en que, con una estrategia de desvío parcial se podría prever las nuevas áreas con riesgo de impacto. Sin embargo, en una deflexión completa no se podría estimar la zona amenazada en un futuro acercamiento, ya que la dinámica orbital de encuentros cercanos multiplica el grado de incertidumbre en predicciones a medio o largo plazo.

Independientemente del resultado, la acción de mitigación podría llevarse a cabo violando normas de derecho internacional; como, por ejemplo, la prohibición de utilizar armamento nuclear. Esto plantea una aparente contradicción entre el respeto al ordenamiento jurídico y la protección de vidas humanas. Un caso de este tipo debería abordarse estudiando el triple canon de peligro, necesidad y consentimiento (Drube y Haddaji, 2020), replanteando nuevamente los límites de la soberanía nacional en un contexto de amenaza global y las circunstancias que excluyen la ilicitud de un comportamiento que, de otro modo, sería contrario al derecho internacional.

El diseño de mecanismos de penalización de los Estados, compensación o indemnización *previamente acordados* sería la condición indispensable para la toma de decisiones conforme a derecho. Sin embargo, la contraposición de los intereses soberanos, la falta de capacidad tecnológica y los desacuerdos procedimentales definirían la casuística más probable. Frente al escenario de deflexión parcial, por ejemplo, los Estados podrían aceptar la incertidumbre característica de la amenaza de impacto cósmico como oportunidad para aceptar un hipotético *velo de ignorancia* (Rawls, 1971): dado que cualquier región, país o continente podría estar amenazado, tendría sentido formular normas y procedimientos con independencia de la región que resulte amenazada. Como señala Francisco Caballero (2006), los acuerdos ligados a esta incertidumbre son, por principio, indisociables de «la aceptación de un conjunto de restricciones impuestas a favor de principios de justicia».

En todos estos casos, generar un cuerpo legal requiere un conocimiento profundo de los supuestos de hecho específicos. Extrapolar los conocimientos actuales sobre las

técnicas y los posibles resultados constituye un primer paso esencial para la previsión y la prevención de catástrofes.

De los refugiados climáticos a los refugiados de impacto: estados desterritorializados y nuevas formas de gobernanza

La remota posibilidad de que un territorio desaparezca por completo (o se torne inhabitable) conlleva un ejercicio de flexibilidad conceptual tendente a repensar el modelo del Estado-nación moderno, los nuevos fenómenos migratorios, así como redefinir elementos esenciales como la ciudadanía y la autoridad soberana del Estado (Marshall, 2020). Esta flexibilidad conceptual contrasta con la rigidez normativa con la que, hasta la actualidad, se ha negado el reconocimiento jurídico a la figura del *refugiado climático*. Sin embargo, es posible acuñar el concepto de *refugiado de impacto* y pensar acerca de su situación político-jurídica, tomando los debates en torno a los *refugiados climáticos* como modelo y punto de partida.

El Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) y la Organización Internacional para las Migraciones (OIM) no reconocen el término de *refugiado climático*. Una de las principales razones de su rechazo reside en la configuración de la Convención sobre los Refugiados de 1951 que contiene un *numerus clausus* de circunstancias que determinan el estatus de refugiado y que no permiten una interpretación extensiva (Williams, 2008; Biermann y Boas, 2008). Las alternativas restantes consisten en añadir un protocolo sobre migraciones causadas por el clima a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, o bien, crear un nuevo régimen jurídico y político específico, que, en este caso, recogería las necesidades de los refugiados de impacto: reconocimiento, protección y, en su caso, compensación y reasentamiento (Hartmann, 2010; Kostakos *et al.*, 2014).

Como ha ocurrido con la propuesta de refugiado climático, la configuración jurídico-política del *refugiado de impacto* hace necesario abordar varios aspectos relacionados con el movimiento migratorio: los motivos (vinculados a los posibles escenarios expuestos anteriormente), la duración (temporal o permanente) y la dimensión (nacional o internacional) (Biermann, 2008). Cada una de las posibilidades implicaría un plan de acción específico por parte del Estado amenazado, los Estados tecnológicamente desarrollados y la comunidad internacional.

A diferencia de la figura del apátrida, persona física sin nacionalidad, los refugiados de impacto serían personas con nacionalidad y bajo la protección de las leyes de un Estado sin territorio o desterritorializado, es decir, una nueva figura emergería, la de ciudadano sin territorio o *atérrida*. Bajo este planteamiento subyace el concepto de *nación exsitu* propuesto por Burkett (2011):

«[Sería] un estatus que permitiría la existencia continuada de un Estado soberano, dotado de todos los derechos y beneficios de la soberanía de los Estados-nación, a perpetuidad. Protegería a las personas forzadas a abandonar su lugar de origen, sirviendo como una entidad política que permanecería constante incluso cuando sus ciudadanos establecieran su residencia en otros Estados. Es un medio para conservar el Estado existente

y mantener los recursos y el bienestar de sus ciudadanos -en lugares nuevos y dispares- al cuidado de una entidad que actúa en el mejor interés de su pueblo».

Como efecto de las migraciones masivas, las formas de gobierno tradicionales se verían alteradas, pudiendo proyectar una *co-sub-gobernanza* en un escenario de territorio geográficamente extinto por un impacto y una población migrada y acogida por otro Estado. Se trataría de aquella forma de gobierno que puede requerir de estrategias de cooperación entre las instituciones del Estado desplazado y el de acogida, favoreciendo una suerte de gobernanza conjunta o bien la generación de un subgobierno en los marcos del Estado de acogida. Además, resulta inevitable formular una serie de interrogantes dirigidos a encontrar soluciones a esta situación hipotética pero plausible. ¿Reconocería la comunidad internacional los Estados sin territorio? ¿Se legalizarían los gobiernos en el exilio? ¿Se reubicarían las poblaciones movilizadas en otros territorios ofreciéndoles amparo legal? ¿En qué casos podrían producirse cesiones provisionales de territorio entre Estados? ¿Se financiaría la reconstrucción de Estados desterritorializados? (Douglas, 2017).

Este tipo de cuestiones han sido objeto de debate atendiendo a los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (Woodward, 2019). Para conservar su soberanía, un sector doctrinal recomienda la creación de naciones *ex-situ* basadas en un sistema de tutela política, gobiernos en el exilio o Estados desterritorializados como posibilidades en el ámbito del derecho internacional.

Pensando en la gestión no presencial del gobierno y las posibilidades que ofrece la tecnología (como se ha podido comprobar durante la pandemia por la covid-19) podrían emerger nuevas formas de gobernanza virtual con instituciones digitalizadas (Fountain, 2014). Una suerte de meta-Estado-nación con órganos constitucionales alojados en servidores web, y que haría posible nuevos modelos de democracia. Aunque de naturaleza inevitablemente especulativa, la posibilidad de un Estado semejante exige reflexionar sobre la legitimidad fáctica de los Estados virtuales, o sobre el ejercicio del monopolio legítimo de la violencia a un entorno digital. A pesar de su relevancia, ambos problemas escapan a los límites formales y materiales de este trabajo.

En todo caso, tratándose de un campo de estudio por explorar y de propuestas incipientes, cuanto antes se definan las medidas y los mecanismos de gobernanza apropiados, en mejor posición se hallarán los gobiernos y las poblaciones. En este sentido, es importante decidir el proceso de toma de decisiones desde una vertiente orgánica y procedimental.

Decisiones y procedimientos: hacia una defensa planetaria democrática y garantista

Algunas advertencias relacionadas con los actores implicados en defensa planetaria se comparten con la migración climática. Los cinco miembros permanentes del Consejo de Seguridad de la ONU (Estados Unidos, China, Rusia, Francia y Reino Unido, son algunos de los mayores emisores de gases de efecto invernadero al tiempo que pueden asumir el liderazgo en la respuesta a las catástrofes climáticas (Hartmann,

2010). En las estrategias de mitigación de OPP se da la misma paradoja. Estos mismos Estados podrían tener la capacidad tecnológica, y simultáneamente, tienen el derecho de veto. Dicho solapamiento se traduce en una excesiva concentración de poder que invita a buscar herramientas para democratizar el oligopolio tecnopolítico de la defensa planetaria.

Los conflictos decisionales podrían incrementar su complejidad valorando la afectación al derecho a la legítima defensa individual o colectiva si un Estado no tiene la capacidad tecnológica para preparar la deflexión. En caso de veto, el Estado amenazado podría invocar el artículo 51 de la Carta de la ONU o justificar la acción como necesaria, eludiendo el veto de acuerdo a la legalidad. En este sentido, surgen dos situaciones hipotéticas que merecen consideración.

En primer lugar, el derecho de veto podría entenderse como un derecho de autodefensa individual si la estrategia de deflexión afectase potencialmente a uno de los cinco miembros permanentes del Consejo de Seguridad. En segundo lugar, las discrepancias en la evaluación del peligro podrían llevar a posiciones divergentes sobre la justificación de una acción de defensa planetaria. Algunos miembros podrían considerar que las consecuencias del impacto son asumibles o que la probabilidad del impacto no requiere misiones de mitigación, debiendo consensuar un umbral que atienda no solo a balances económicos, sino también a la subjetividad del valor sociocultural (Drube y Haddaji, 2020).

En este ámbito se mantiene la posible interferencia de intereses geopolíticos espurios. Como argumenta Schmidt (2018), «podemos decir que todas las personas tienden a querer salvar el mundo, pero la cuestión es cuánto abarca el mundo que querrían salvar. Salvar a la humanidad puede ser para algunos una palanca para objetivos políticos internos». Una afirmación a la que sigue el duro reconocimiento de que «no hay ninguna razón por la que debamos suponer que el *modus operandi* cambiaría en defensa planetaria». Esto debería instar a evitar planteamientos ingenuos que presupongan comportamientos racionales por parte de los Estados para la defensa del planeta, por lo que habría que enfatizar la importancia de la gobernanza de riesgos y el rol de los sistemas de inteligencia para la protección de la seguridad nacional más allá de los pactos o tratados ratificados (García Hom y Moles Plaza, 2013).

En este sentido, abordar el sistema de toma de decisiones desde un enfoque procedimental y orgánico se convierte en una prioridad. Los actores implicados deberían considerar la influencia de la política y las luchas de poder debido a la ausencia de un marco jurídico sólido, así como la perturbación en el ejercicio de la democracia. Sin esta garantía, «las actividades singulares de defensa pueden convertirse en un factor desestabilizador, desencadenar carreras armamentísticas y destruir el equilibrio entre las principales potencias, no solo en el espacio sino también en la Tierra» (Drube y Haddaji, 2020).

A pesar de que constituyen aspectos estrictamente políticos, las disquisiciones en torno a ellos no deben separarse de la esfera tecnológica y de los avances de la ciencia. Cabría determinar qué institución será la encargada de tomar las decisiones. ¿Serán

los Estados con capacidad tecnológica, el Consejo de Seguridad de la ONU o una institución específica creada *ad hoc*? ¿Una acción *in extremis* de defensa planetaria podría ser unilateral? Si el propósito es democratizar el proceso de toma de decisiones, ¿sería el referéndum un instrumento válido? Se trata, en efecto, de preguntas a las que habrá que dedicarles tiempo de reflexión y las respuestas deberán pactarse de antemano para evitar conflictos cuya escala de tensión podría incrementarse por la inmediatez de la decisión y los daños generados debido al fracaso o a la inacción. Por ello debe considerarse que, en defensa planetaria, el ámbito político-jurídico es inseparable del desarrollo tecnológico.

Tomando en consideración las circunstancias de los grupos más vulnerables, los Estados deben asumir que la amenaza de impacto de un asteroide contra la Tierra pone en riesgo a todo el planeta, independientemente del resultado final. Deben adoptarse medidas anticipatorias desde el punto de vista del derecho internacional junto a las técnicas de mitigación más seguras y efectivas, haciendo especial énfasis en el desarrollo de soluciones democráticas para proteger a la humanidad de una amenaza cósmica.

Marco jurídico y propuestas de futuro

Por regla general, la sociedad y sus demandas preceden al derecho. Existe así una multiplicidad de ejemplos de esta dinámica jurídica generalizada, desde la bajada de impuestos y el reconocimiento del matrimonio homosexual, hasta el acceso a la educación y la prohibición de los plásticos de un solo uso. Sin embargo, en defensa planetaria, el proceso debe construirse a la inversa. La ciencia y el derecho deben anticiparse a la aparición del supuesto de hecho, dado que sería inimaginable esperar que se produjera una colisión para regular este escenario.

En una situación en la que a) la capacidad tecnológica está en manos de grandes potencias mundiales; b) existen actores privados con más poder que algunos Estados para la toma de decisiones de repercusión global y c) el proceso de toma de decisiones no está definido de antemano, el equilibrio de poder puede verse alterado. En consecuencia, algunos aspectos jurídicos deben abordarse teniendo en cuenta los intereses geopolíticos y la probable distribución multipolar del poder global en materia de defensa planetaria.

En cualquier caso, cabría diseñar un marco jurídico regulador y definir la actuación y responsabilidad de los Estados (Bucknam y Gold, 2008; Rusek, 2022). El *Corpus Iuris Spatialis* se compone de cinco instrumentos principales ratificados por la mayoría de los Estados (*Outer Space Treaty, Rescue Agreement, Liability Convention, Registration Convention, Moon Agreement*), los cuales no constituyen un régimen normativo específico. Abarcan cuestiones relativas a la obligación de informar y actuar, la legalidad de los métodos de defensa planetaria, el régimen de responsabilidad y aspectos relacionados como los desechos espaciales y el papel de las entidades no gubernamentales.

Sería apropiado iniciar su regulación teniendo en cuenta que el principal inconveniente es el elevado margen de incertidumbre. Por ello, convendría llegar a

acuerdos vinculantes lo suficientemente amplios como para generar consensos y que se adapten a las circunstancias concretas de la colisión. Cuanto más detalladas sean las estrategias de defensa planetaria, mayor será la seguridad jurídica para los Estados y la ciudadanía.

En cuanto al sistema de responsabilidad, resultaría pertinente abordarlo desde una doble vertiente: la que hace referencia a la *situación resultante de una violación del derecho internacional* y la que incluye *el deber de indemnizar los daños*, generando un marco que podría resumirse de la siguiente manera: «un Estado puede ser considerado internacionalmente responsable de un hecho ilícito aunque no exista un daño material; un Estado puede ser considerado internacionalmente responsable del daño causado aunque no haya actuado ilícitamente» (Drube y Haddaji, 2020).

Ambos parámetros deben ser analizados en detalle, así como la exención de responsabilidad. Las causas legales y legítimas por las que se podría violar el derecho internacional deberían adaptarse al contexto de amenaza de impacto cósmico. Como considera el SMPAG (*Space Mission Planning Advisory Group*):

«En la práctica podría resultar difícil llevar a cabo una evaluación exhaustiva de si en un caso concreto se cumplen las condiciones específicas para invocar las circunstancias que excluyen la ilicitud, como por ejemplo si la amenaza de un OCT constituye un “peligro grave e inminente”, si un determinado método de mitigación es “la única forma” disponible para salvaguardar los intereses en peligro por el posible impacto del OCT y si los intereses esenciales de otros Estados se ven gravemente perjudicados (Drube y Haddaji, 2020)».

Asimismo, la exención de la responsabilidad del Estado por los daños causados en la acción de mitigación podría entenderse como un incentivo para la nación, el organismo o la empresa que lleve a cabo la misión (Drube y Haddaji, 2020). El caso extremo, pero aun así factible, de una amenaza inminente de extinción masiva podría exigir un replanteamiento de los supuestos excepcionales en garantía de un bien superior y único, como es la humanidad en su conjunto. Los países privilegiados, en este caso por disponer de suficiente capacidad tecnológica o recursos, tendrían el deber ético de mitigar el impacto del asteroide siguiendo la máxima de que todos los miembros de la comunidad humana deben ser tratados como iguales, con el objetivo de evitar la injusticia estructural y buscar la igualdad relacional (Heilinger, 2020). Una vez más, se trata de un ejercicio de ajuste de las normas a una situación de hecho sin precedentes.

Teniendo en cuenta todos los criterios anteriores, y asumiendo las diferencias entre el cambio climático y una amenaza de impacto cósmico, la acción institucional para mitigar el calentamiento global podría servir de marco referencial para afrontar un problema transnacional que requiere una acción conjunta. Siguiendo los pasos de la lucha contra el cambio climático, sería conveniente celebrar foros de trabajo internacionales para comenzar a planificar las directrices de defensa planetaria. La *International Asteroid Warning Network*, la *Planetary Defense Coordination Office* o el *Space Mission Planning Advisory Group* podrían liderar una conferencia en la que se

debatiera la creación de un futuro tratado de defensa planetaria, prestando especial atención al fenómeno migratorio. Generar espacios de diálogo resulta fundamental, ya que, tal y como anuncia Schmidt (2018), «[l]a defensa planetaria nos brinda la oportunidad de pensarnos como una sola especie interconectada e interdependiente y tenemos la responsabilidad de dejar de pensar que somos nuestros propios enemigos, porque de lo contrario no sobreviviremos mucho tiempo».

7. Conclusiones

La experiencia con la covid-19 y la lucha contra el cambio climático han puesto en evidencia la actual incapacidad del ser humano para coordinar y prevenir escenarios catastróficos. Por ello, la defensa planetaria constituye una oportunidad histórica y política sin precedentes para desplegar nuevas formas de actuación conjunta para la defensa de la vida humana y no humana en el planeta Tierra. Conforme a este objetivo, hemos constatado que el estado actual de la defensa planetaria no puede prescindir de la cooperación jurídico-política para cumplir sus objetivos programáticos.

Ante la ausencia de antecedentes, es necesario remarcar la necesidad de invertir el esquema tradicional en el que las demandas sociales preceden al derecho. Haciendo un ejercicio de extrapolación transdisciplinar y utilizando el método de los escenarios, es posible advertir que la incertidumbre y la cooperación se constituyen como elementos principales en las estrategias de mitigación de OPP.

El análisis científico y prospectivo de los impactos cósmicos revela, en primer lugar, que la amenaza de colisión constituye un riesgo real que, por sus potenciales efectos catastróficos, no puede ser descartado basado en su baja probabilidad. El riesgo existencial implícito en los impactos cósmicos interpela a los principios de precaución y responsabilidad para la defensa de las condiciones de habitabilidad de la Tierra para las futuras generaciones.

En segundo lugar, todos los escenarios que podrían acontecer ante una amenaza de impacto cósmico (alerta de impacto, no deflexión, deflexión parcial o deflexión completa) invitan a reflexionar sobre el actual privilegio tecno-epistémico de los Estados con capacidad potencial de mitigación, lo que compone tanto un grave riesgo para los Estados vulnerables como un peligro para el equilibrio multipolar entre potencias a la hora de efectuar estrategias de defensa.

En tercer lugar, el texto confirma la necesidad de anticipar nuevos contextos, nuevas figuras jurídicas y nuevas formas de gobernanza (refugiados de impacto, Estados sin territorio, co-sub-gobernanza y gobernanza virtual) como instrumentos que favorezcan la capacidad preventiva en la elaboración de normativa, protocolos y programas gubernamentales de seguridad nacional y planetaria.

Solo el análisis prospectivo puede facilitar que los criterios de justicia, equidad y proporcionalidad imperen sobre los privilegios y las relaciones de fuerza en escenarios potencialmente catastróficos. Ante una amenaza de impacto cósmico, la aproximación

jurídico-política y bioética concluye la necesidad de promover la aceptación de restricciones por parte de los Estados soberanos como acción indispensable para la actuación coordinada conforme a los derechos humanos. En definitiva, la anticipación deviene la mejor estrategia para garantizar los derechos humanos y, en última instancia, la supervivencia de la humanidad.

Bibliografía

- Añaños Meza, C. (2009). La «responsabilidad de proteger» en Naciones Unidas y la doctrina de la «responsabilidad de proteger». *Revista UNISCI*. N.º 21, pp. 164-192.
- Álvarez, L.W. *et al.* (1982). Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science*. Vol. 208, n.º 4448, pp. 1095-1108.
- Anthony, N. y Emami, M. R. (2018). Asteroid engineering: The state-of-the-art of Near-Earth Asteroids science and technology. *Progress in Aerospace Sciences*. N.º 100, pp.1-17.
- Atapattu, S. (2014). Climate Change: Disappearing States, Migration, and Challenges for International Law. *Wash. J. Envtl. L. y Pol'y*. Vol. 4, y pp. 1 y ss.
- Atkinson, H., Tickell, C. y Williams, D. (2000). *Report of the task force on potentially hazardous near Earth objects*.
- Balashov, Y. y Janssen, M. (2003). Presentism and relativity. *The British journal for the philosophy of science*. N.º 54(2), pp. 327-346.
- Baum, S. D. (2019). Risk–risk tradeoff analysis of nuclear explosives for asteroid deflection. *Risk analysis*. Vol. 39, n.º 11, pp. 2427-2442.
- . (2018). Uncertain human consequences in asteroid risk analysis and the global catastrophe threshold. *Natural Hazards*. Vol. 94, n.º 2; pp. 759-775.
- Biermann, F. y Boas, I. (2008). Protecting climate refugees: the case for a global protocol. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*. Vol. 50, n.º 6, pp. 8 -17.
- Bishop, P., Hines, A. y Collins, T. (2007). The current state of scenario development: an overview of techniques. *Foresight*. N.º 9(1), pp. 5-25.
- Borrás P. S. y Villavicencio Calzadilla, P. (2021). Justicia climática: visiones constructivas desde el reconocimiento de la desigualdad. *Justicia climática*, pp. 1-556.
- Brown, P. *et al.* (2013). A 500-kiloton airburst over Chelyabinsk and an enhanced hazard from small impactors. *Nature*. N.º 503(7475), pp. 238-241.
- Brugger, J., Feulner, G. y Petri, S. (2017). Ba'ý, it's cold outside: Climate model simulations of the effects of the asteroid impact at the end of the Cretaceous. *Geophysical Research Letters*. Vol. 44, n.º 1, pp. 419-427.

- Bucknam, M. y Gold, R. (2008). Asteroid threat? The problem of planetary defence. *Survival*. Vol. 50, n.º 5, pp. 141-156.
- Burke, A. (2013). Security cosmopolitanism. *Critical Studies on Security*. Vol. 1, n.º. 1, pp. 13-28.
- Burkett, M. (2011). The Nation Ex-Situ: On climate change, deterritorialized nationhood and the post-climate era. *Climate law*. Vol. 2. N.º 3, pp. 345-374.
- Caballero, J. F. (2006). La teoría de la justicia de John Rawls. *Voces y contextos*. N.º 2(1), pp. 1-22.
- Chapman, C. R. y Morrison, D. (1994). Impacts on the Earth by asteroids and comets: assessing the hazard. *Nature*. N.º 367(6458), pp. 33-40.
- Chodas, P. (2015). Overview of the JPL Center for NEO Studies (CNEOS). *EAAS/ Division for Planetary Sciences Meeting Abstracts#*. N.º 47, pp 214-09.
- Chyba, C. *et al.* (1993). The 1908 Tunguska explosion: atmospheric disruption of a stony asteroid. *Nature*. N.º 361(6407), pp. 40-44.
- Cook, J. *et al.* (2016). Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environmental Research Letters*. Vol. 11, n.º 4, 2016, p. 048002.
- Coronel Tarancón, A., Simó Soler, E. y Peña Asensio, E. (2023). Defensa Planetaria Integral. Un nuevo concepto de seguridad para el Antropoceno. *Cuadernos Electrónicos de Filosofía del Derecho* (aceptado).
- Daly, R. T *et al.* (2023). Successful Kinetic Impact into an Asteroid for Planetary Defense. *Nature*. N.º 616, 443-447.
- Douglas, C. (2017). Sea Level Rise, Deterritorialized States and Migration: The Need for a New Framework. *The center for climate and security*. N.º 39, pp. 1-7.
- Drube, L. y Haddaji, A. (2020). Planetary defence legal overview and assessment. *Planetary Defence Legal Overview and Assessment SMPAG-RP-004*, pp.1-97.
- Ferris, E. (2010). Natural disasters, conflict, and human rights: tracing the connections. *The Brookings Institution. Presented at Brookings-Bern Project on Internal Displacement*. Texas.
- Fountain, J. E. (2014). *La construcción del Estado virtual: Tecnologías de información y cambio institucional*. CIDE. Vol. 1.
- García Hom, A. y Moles Plaza, R. J. (2013). Gestión del conocimiento, gobernanza de riesgos y análisis de inteligencia. *Inteligencia y seguridad: Revista de análisis y prospectiva*. N.º 14, pp. 13-24.
- Giorgini, J. D. *et al.* (2008). Predicting the Earth encounters of (99942) Apophis. *Icarus*. Vol. 193, n.º 1, pp. 1-19.

- Greenstreet, S. *et al.* (2020). Required deflection impulses as a function of time before impact for Earth-impacting asteroids. *Icarus*. Vol. 347, p. 113792.
- Hartmann, B. (2010). Rethinking climate refugees and climate conflict: Rhetoric, reality and the politics of policy discourse. *Journal of International Development: The Journal of the Development Studies Association*. Vol. 22, n.º 2, pp. 233-246.
- Heilinger, J. C. (2020). *Cosmopolitan responsibility: Global Justice, Relational Equality, and Individual Agency*. Berlin, De Gruyter.
- Horta, O. (2010). What is speciesism?. *Journal of agricultural and environmental ethics*. Vol. 23, n.º 3, pp. 243-266.
- IAA Planetary Defense Conference (2021). *Summary Report 2021*. 26 April-30 April 2021, Vienna. Disponible en: <https://iaaspace.org/wp-content/uploads/iaa/Scientific%20Activity/conf/pdc2021/pdc2021report.pdf>
- Jonas, H. (2014). *El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Herder Editorial.
- Kostakos, G., Zhang, T. y Veening, W. (2014). *Climate Security and Justice for Small Island Developing States*. The Hague Institute for Global Justice.
- Larson, S. (2006). Current NEO surveys. *Proceedings of the International Astronomical Union*. Vol. 2, n.º S236, pp. 323-328.
- Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil. *BOE* N.º 164, de 10 de julio de 2015.
- Mainzer, A. *et al.* (2014). The population of tiny near-Earth objects observed by NEOWISE. *The Astrophysical Journal*. Vol. 784. N.º 2, pp. 110-117.
- Marshall, N. (2020). Climate migration and loss: exploring the conceptual borders of citizenship, sovereign authority, and the deterritorialized state. *Development*. Vol. 63, n.º. 1, pp. 20-26.
- Michel, P., Küppers, M. y Carnelli, I. (2018). The Hera mission: European component of the ESA-NASA AIDA mission to a binary asteroid. *42nd COSPAR Scientific Assembly*. Vol. 42, B1.1-42-18.
- Morin, E. (2007). Complejidad restringida, complejidad general. *Sostenible*. N.º 9, pp. 23-49.
- Morrison, D., Chapman, C. R. y Slocic, P. (1994). The impact hazard, en Gehrels, Tom (ed.), *Hazards due to Comets and Asteroids*. Tucson, University of Arizona.
- Morrison, D. (1992). *The Spaceguard survey: report of the NASA international near-Earth-object detection workshop*. NASA.
- Morozov, E. (2015). *La locura del solucionismo tecnológico*. Vol. 5010. Katz Editores y Capital Intelectual.

- Morton, T. (2013). *Hyperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World*, U of Minnesota Press.
- Naciones Unidas. Asamblea General. (2005). *Documento Final de la Cumbre Mundial 2005*, A/RES/60/I, 24 Octubre.
- NASA (2006). *2006 Near-Earth Object Survey and Deflection Study*. NASA Headquarters, Washington, DC.
- Nicolescu, B. (1998). *La transdisciplinariedad, una nueva visión del mundo. Manifiesto*. Paris, Ediciones Du Rocher.
- Packer, J., Kurr, J. y Abelkop, A. D. (2013). The policy trajectory of United States asteroid deflection planning. *Timely Interv. A Transl. J. Public Policy Debate*. N.º 1 (1).
- Pendergrast, N. (2016). Environmental concerns and the mainstreaming of veganism, in Talia, Raphaely y Marinova, Dora (ed.), *Impact of meat consumption on health and environmental sustainability*. Hershey, IGI Global.
- Pérez Matos, N. E. y Setién Quesada, E. (2008). La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en las ciencias: una mirada a la teoría bibliológico-informativa. *Acimed*, N.º 18(4).
- Real Decreto 1150/2021, de 28 de diciembre, por el que se aprueba la Estrategia de Seguridad Nacional 2021. *BOE*. N.º 314, de 31 de diciembre de 2021, p.167795 y ss.
- Peterson, T. R. y Thompson, J. L. (2020). Environmental risk communication: responding to challenges of complexity and uncertainty. En: Heath, R. L. and O'Hair, H. D. (ed.). *Handbook of risk and crisis communication*, New York: Routledge.
- Rawls, J. (1971). *A theory of justice*. Cambridge (MA), Harvard University Press.
- Rivkin, A. S. y Cheng, A. F. (2023). Planetary defense with the Double Asteroid Redirection Test (DART) mission and prospects. *Nature Communications*. N.º 14(1), p. 1003.
- Rumpf, C. M. *et al.* (2020). Deflection driven evolution of asteroid impact risk under large uncertainties. *Acta Astronautica*. Vol. 176, pp. 276-286.
- Rusek, B. (2022). The Outer Space Treaty at a Glance. *Arms Control Association*. [Consulta: 6 de febrero, 2022]. Disponible en: <https://www.armscontrol.org/factsheets/outerspace>
- Sagan, C. y Ostro, S. J. (1994). Long-range consequences of interplanetary collisions. *Issues in Science and Technology*. Vol. 10, n.º 4, pp. 67-72.
- Schmidt, N. (2019). The political desirability, feasibility, and sustainability of planetary defense governance. *Acta Astronautica*. Vol. 156, pp. 416-426.
- . (2018). *Planetary defense: Global collaboration for defending Earth from asteroids and comets*. Switzerland, Springer.

- Schweickart, R. (2004). The real deflection dilemma. *Planetary Defense Conference: Protecting Earth from Asteroids*.1467.
- Shafer, R., Aregood, R. y Higgs, K. (2013). Warning of potential disasters from outer space: A case study of coverage of asteroid threats. *Journal of Applied Journalism y Media Studies*. Vol, 2, n.º 1, pp. 47-64.
- Spiegel, P. B. (2005). Differences in world responses to natural disasters and complex emergencies. *Jama*. Vol. 293, n.º 15, pp. 1915-1918.
- Syal, M. B., Dearborn, D. S. P. y Schultz, P. H. (2013). Limits on the use of nuclear explosives for asteroid deflection. *Acta Astronautica*. Vol. 90, n.º 1; pp.103-111.
- Syal, M. B., Owen, J. M. y Miller, P. L. (2016). Deflection by kinetic impact: Sensitivity to asteroid properties. *Icarus*. Vol. 269, pp. 50-61.
- Tanbakouei, S. *et al.* (2019). Mechanical properties of particles from the surface of asteroid 25143 Itokawa. *Astronomy y Astrophysics*. Vol. 629, p. A119.
- Trigo-Rodríguez, J. M. (2022). *La Tierra en peligro: el impacto de asteroides y cometas*. Barcelona, Edicions Universitat de Barcelona.
- Velásquez, C. A. (2015). *La curva híbrida de riesgo: análisis retrospectivo y prospectivo del riesgo por fenómenos naturales*. [Tesis doctoral]. Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya.
- Weisbin, C. *et al.* (2015). Comparative analysis of asteroid-deflection approaches. *IEEE Aerospace Conference*, pp1-16.
- Williams, A. (2008). Turning the tide: recognizing climate change refugees in international law. *Law y Policy*. Vol 30, n.º 4, pp. 502-529.
- Woodward, E. (2019). Promoting the continued sovereign status of deterritorialized island nations. *Yale 'l. Int'l Aff.* N.º 14, p. 49 y ss.
- Yamamoto, L. y Esteban, M. (2017). Migration as an adaptation strategy for atoll island states. *International Migration*. Vol. 55, n.º 2, pp. 144-158.

Artículo recibido: 21 noviembre de 2022

Artículo aceptado: 27 de abril de 2023
