



**INVIA
EL NEGOCIO EN EL ÁRTICO
"PROYECTO PERMAVAX"**



Marina Galdó Ramírez
José Antonio Herrero López
José Domingo Vega Román
Catalina Bennasar Frau

Máster Interuniversitario en Analista de Inteligencia
Universidad Rey Juan Carlos - UC3M
Curso 2022-2023

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN A LA REGIÓN DEL ÁRTICO	4
1.2. Contexto actual: El deshielo del Ártico	6
2.GEOPOLÍTICA DEL ÁRTICO	7
2.1. Gobernanza del ártico y actores implicados.....	7
2.1.1. El Consejo Ártico	9
2.1.2. La Unión Europea en el Ártico.....	10
2.1.3. Capacidad militar de los diferentes actores.....	12
3.EL ÁRTICO: UNA ZONA GEOESTRATÉGICA.....	15
3.1. Las oportunidades que brinda el deshielo	15
3.1.1. Explotación de recursos naturales.....	15
3.1.2. El deshielo y nuevas rutas comerciales.....	16
3.1.3. El deshielo y turismo	20
4.RIESGOS DEL DESHIELO	22
4.1. Enfermedades y patógenos emergentes del Ártico, impacto del cambio climático en la salud pública.	22
4.2. Demanda en el mercado de nuevas vacunas y antibióticos	23
5. ANÁLISIS WHAT IF: ¿QUÉ PASARÍA SI LA PRÓXIMA PANDEMIA VIENE DEL ÁRTICO?	24
5.1 Factores impulsores del evento: ¿Cómo podría suceder?	24
5.2 Consecuencias de una pandemia en el Ártico ¿Cuál ha sido su impacto?	25
5.3 Análisis y predicciones del escenario ¿Cómo podríamos evitarlo?	26
6. ANÁLISIS DAFO: ALERTA TEMPRANA Y VIGILANCIA ÁRTICA PARA EL ESTUDIO DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS, APOYADO POR LA UNIÓN EUROPEA	26
6.1. Oportunidad en la necesidad de vacunas, evaluación del potencial de colaboración con instituciones/países,.....	26
6.2. Oportunidades en los avances científicos.....	28
6.3. La oportunidad de la Inteligencia artificial al servicio del sector médico .	29
6.4. Fortalezas del perfil competitivo, empresas farmacéuticas, investigaciones y capacidades científicas de la UE	29
6.5. Fortalezas derivadas de la ética en la sociedad europea actual	35
6.6. Fortalezas de la investigación científica, camino ya recorrido de proyectos y órganos de investigación biológica en el Ártico.....	36
6.6.5. Fortalezas de la investigación científica española en el Ártico	38

6.7. Debilidades: Problemáticas jurisdiccionales, Derecho Nacional e Internacional en el Ártico	39
6.8. Debilidades derivadas de la dependencia de suministro externo	43
6.10. Debilidades éticas derivadas de la investigación científica y del sector farmacéutico europeo	44
6.11. Amenazas: otros actores implicados, evaluación y potencial científico de terceros.....	45
6.12. Amenazas al avance científico y pérdida de liderazgo europeo	47
6.13. La amenaza del aumento y envejecimiento de la población europea...	48
7.PERMAVAX-UE: Proyecto de alerta temprana y vigilancia ártica para el estudio de enfermedades infecciosas, apoyado por la Unión Europea.	49
7.1. Introducción	49
7.2. Presentación del proyecto.....	50
7.3. Partes del proyecto.....	50
7.4. Objetivos: ¿Qué pretendemos conseguir?	51
7.5. Financiación.....	51
7.6. Partes adicionales e inherentes al proyecto	51
7.7. Espacio de colaboración abierta	52
7.8. Ideas sostenidas	53
8. CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL.....	54
9. BIBLIOGRAFÍA.....	55

RESUMEN

A lo largo de la historia geológica del planeta Tierra, el Ártico ha experimentado modificaciones climáticas, que han alternado periodos de glaciación y deshielo, y que se han sucedido de forma natural.

El aumento de la temperatura y el cambio climático actual está sucediendo a un ritmo mucho más elevado, impactando significativamente en la zona, pero el principal problema que afecta al Ártico es el fenómeno del deshielo, la consecuencia principal del cambio climático.

Este fenómeno provoca efectos en los ecosistemas árticos, que dependen del hielo marino para su supervivencia, y obliga a las especies a reconfigurar sus fuentes de alimento y refugio. Otro de los elementos que más sufre los efectos del cambio climático es el permafrost. Su deshielo provoca la liberación de CO₂ y metano a la atmósfera contribuyendo a acelerar el calentamiento. Pero además el deshielo del permafrost alerta sobre la liberación de patógenos que han permanecido en estado letárgico durante siglos.

Por su parte, las nuevas posibilidades económicas y comerciales que brinda el deshielo en la región suponen a su vez un deterioro mayor del medio natural fomentando el propio de deshielo.

Un posible escenario de futuro podría verse caracterizado por la aparición de una nueva pandemia a escala mundial, con origen en un microorganismo procedente del medio natural, cuya activación sea consecuencia del deshielo. Del deshielo puede originarse también la gran oportunidad de estudio de estos microorganismos por la ciencia, pues sin duda la explosión de nuevas formas biológicas es una gran oportunidad para la ciencia y para avanzar en el conocimiento.

La Unión Europea debe saber encontrar en la adversidad la oportunidad de ampliar las investigaciones científicas que despliega en el Ártico, y generar sinergias nacidas de la investigación científica en su industria farmacéutica. Además, debe ser capaz de adelantarse a la fatalidad de un nuevo problema de salud, con repercusión a nivel mundial en forma de pandemia, anticipándose con un sistema de vigilancia y alerta temprana.

El presente trabajo recorre el camino de las consideraciones situacionales que debería considerar la inteligencia de la Unión Europea, para pasar después a señalar los peligros y amenazas del deshielo, haciéndose eco de un posible y dramático escenario de futuro, al que, como respuesta, tras aplicar la técnica de análisis FODA, se le encuentra solución en un proyecto cuya labor fundamental es la prevención y la anticipación.

1.INTRODUCCIÓN A LA REGIÓN DEL ÁRTICO

El Ártico es una región polar que contiene el territorio situado en el hemisferio norte de la Tierra y que engloba principalmente el Océano ártico y parte de la masa terrestre en la que confluyen los continentes de Asia, América y Europa.

Las definiciones que se atribuyen a la región del Ártico varían según el contexto **geográfico, ecológico o político**. En términos geográficos, la región se delimita a través del Círculo Polar ártico que a su vez consiste en el paralelo situado en la latitud 66° 33' Norte. El clima polar es el que define la región Ártica en el ámbito ecológico, específicamente haciendo referencia a la isoterma de los 10 °C la cual marca el límite entre las regiones árticas y las templadas. Por su parte, la definición política del Ártico lo sitúa en la zona donde confluyen los territorios de los ocho estados que reclaman la región: Canadá, Dinamarca –a través de Groenlandia y las Islas Feroe-, Islandia, Estados Unidos, Finlandia, Noruega, Rusia y la región de Laponia en Suecia.

La superficie ártica se extiende en aproximadamente 16,5 millones de km² lo que representa el 4% de la superficie de la Tierra. El Océano ártico que rodea el Polo Norte, es el más pequeño y septentrional de los océanos del planeta, extendiéndose al norte de Asia, América y Europa en aproximadamente 14 millones de km².

La región está compuesta en su mayoría por océano cubierto de hielo conocido como hielo marino o banquisa, y tierras congeladas que reciben el nombre de permafrost. La banquisa es hielo marino separado de la tierra y que está formada por trozos de hielo más pequeños que se han congelado juntos. Por su parte, se define como permafrost a cualquier roca o el suelo restante en o por debajo de 0° C (32° F) durante dos años o más.

El Ártico se caracteriza por ser una región con un clima extremo, cuyas temperaturas varían de acuerdo de las estaciones del año – generalmente - entre los 10 °C de máxima en verano y alcanzando los -50 °C en invierno. No obstante, el cambio climático ha propiciado un calentamiento de la región 4 veces mayor que la media global, provocando un aumento de la temperatura y cambios significativos en los patrones climáticos, factor que, desde la perspectiva de la científica, es considerado un sistema de alerta temprana.

Pese a las extremas condiciones que le caracterizan, el ecosistema ártico es una región que alberga significativa y diversa vida. La fauna que habita en la zona – peces, pájaros, osos polares, mamíferos marinos, organismos que viven en el hielo y varias sociedades humanas - hacen que se constituya como una región única.

La flora, aunque escasa por las bajas temperaturas, se conforma sobre un paisaje de tundra, musgo y líquen en la parte terrestre y algas y plancton en el entorno marino.

Varias comunidades indígenas han habitado el Ártico durante miles de años, entre las cuales destacan los inuit – como grupo predominante en el Ártico - los saami y chukchi, los cuales dependen en gran medida de la caza y la pesca, como recursos para subsistir en la zona. En el contexto actual, muchos de estos pueblos atraviesan una etapa difícil de adaptación a los valores, técnicas y costumbres de la cultura moderna. En este sentido, los derechos individuales y colectivos de estas comunidades son objeto de protección internacional a través de la declaración de 13 de septiembre de 2007 de la Organización de Naciones Unidas (ONU) sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.

De acuerdo con sus características medioambientales y biológicas, la región ártica puede subdividirse en Ártico alto y bajo cada uno con un ecosistema de flora y fauna particular (figura 1). El alto, con mayor latitud, se caracteriza por un clima glacial compuesto en su mayoría por desiertos y glaciares. El Ártico bajo, por su parte, es donde predomina el clima de tundra compuesto por permafrost.

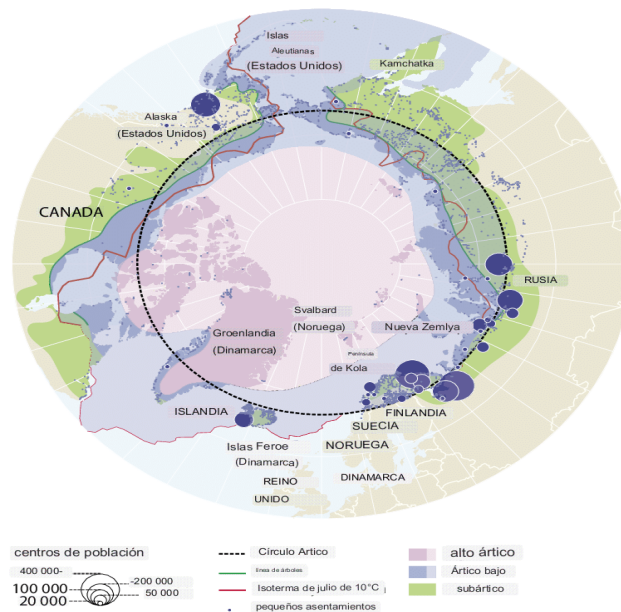


Figura 1. Identificación de las regiones del alto y bajo árticos.

Desde la perspectiva física, química y biológica, el Ártico actúa como un sistema de refrigeración global encargado de mantener el equilibrio térmico del planeta. Por su ubicación, se encuentra en una zona clave que la define como una región importante para el clima global, ya que desde su posición reacciona de forma particularmente sensible a los cambios climáticos y hace de reflejo del estado del entorno.

1.2. Contexto actual: El deshielo del Ártico

A lo largo de la historia, el Polo Norte ha experimentado modificaciones del clima propios, con periodos de glaciación y deshielo que sucedían de forma natural por factores como la órbita de la Tierra, la actividad solar y los cambios en la composición atmosférica. En el pasado, estos cambios se producían de forma lenta y gradual, permitiendo a los ecosistemas adaptarse progresivamente, manteniendo cierta estabilidad térmica en la zona. Sin embargo, el aumento de la temperatura y el cambio climático actual sucede a un ritmo mucho más elevado, impactando significativamente en la zona.

En los últimos años, el cambio climático ha provocado el desplazamiento de la isoterma de los 10°C hacia la región norte de la Tierra, impactando sobre la biodiversidad de la zona, la cual no está adaptada a las condiciones climáticas características de las regiones templadas. Según los datos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), la temperatura promedio del Ártico ha aumentado 2,5 °C desde el año 1900, exhibiendo que su aumento es cuatro veces más rápido que el de cualquier otra región del planeta, provocando el derretimiento del hielo y en consecuencia un impacto en el clima global, el medio ambiente y la comunidad humana. Se estima que desde 1979, el hielo marino ha disminuido un 40% y, en consecuencia, el nivel del mar ha aumentado en aproximadamente 10cm¹.

Las causas del calentamiento se deben a una combinación de varios factores como la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y la reducción de la capa de ozono, principalmente como consecuencia de la actividad humana. En este sentido, el principal problema que afecta a la región ártica y que se constituye como la consecuencia principal del cambio climático es el fenómeno del deshielo.

El hielo marino actúa como un espejo reflejando la radiación solar hacia el espacio mediante el fenómeno conocido como albedo y contribuyendo a mantener la temperatura del planeta en un estado fresco. A medida que la temperatura aumenta y la capa de hielo disminuye la radiación solar es captada por el océano oscuro, contribuyendo al calentamiento global.

El deshielo provoca efectos en los ecosistemas árticos, dependientes del hielo marino para su supervivencia y obligando a las especies a reconfigurar sus fuentes de alimento y refugio. Por lo que respecta a las comunidades indígenas que habitan la región, los efectos del aumento de la temperatura global impactan directamente sobre su forma de vida habitual. Además, el incremento de la temperatura del Océano Ártico impacta sobre dos elementos principales: el aumento del nivel del mar y la inestabilidad de las corrientes marinas que regulan el clima y la meteorología a nivel mundial.

¹ Según los datos del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC).

Estos efectos amenazan al equilibrio térmico del planeta, favoreciendo condiciones meteorológicas extremas como olas de calor, sequías e inundaciones de países costeros.

Otro de los elementos que más sufre los efectos del cambio climático es el permafrost. El componente principal de parte de la región ártica tiene una temperatura óptima que oscila entre 6 y 10 °C bajo cero, pero el aumento de la temperatura global ha alterado su estado normal provocando su derretimiento y reducción del grosor -cuantificado en un 65% entre 1975 y 2012 según AMAP²-, estimándose que para el año 2050 podría reducirse en un 50% si el calentamiento global se mantiene como hasta ahora.

El permafrost está compuesto por materia orgánica que se ha conservado atrapada en el hielo durante millones de años. El deshielo provoca la liberación de CO₂ y metano a la atmósfera, contribuyendo al ciclo de retroalimentación que acelera el calentamiento. En este sentido, el deshielo del permafrost alerta sobre la liberación de patógenos que se han mantenido congelados por un periodo de entre 2.000 y 4.000 años. El virólogo Jean Michel Claverie, miembro del Laboratorio de Información Genómica y Estructural del Centro Nacional para la Investigación Científica de Francia, ha podido identificar varios virus que, tras haber estado congelados por aproximadamente 30.000 años, han sobrevivido.

2.GEOPOLÍTICA DEL ÁRTICO

2.1. Gobernanza del ártico y actores implicados

Considerado un potencial escenario de confrontación durante el periodo de la Guerra Fría, tras la caída del bloque soviético, el Ártico pasó a constituirse como un área de cooperación. Actualmente es objeto de interés internacional, fundamentalmente a raíz del deshielo el cual brinda nuevas oportunidades que motivan el interés de varios actores en el plano internacional.

La soberanía del Ártico está dividida entre ocho países: Rusia, Estados Unidos, Canadá, Noruega, Dinamarca, Suecia, Finlandia e Islandia, definidos como Estados Árticos. A diferencia de Canadá, Dinamarca (Groenlandia), la Federación de Rusia, Estados Unidos y Noruega, que se clasifican como Estados ribereños de la cuenca marítima ártica Finlandia y Suecia tienen una pequeña parte de su territorio terrestre en el interior de la línea del Círculo Polar

² Por sus siglas en inglés, *Arctic Monitoring and assessment Programme*, es el Programa de Seguimiento y Evolución del Ártico promovido por el Consejo Ártico.

Ártico, pero al limitar al norte con Noruega y no poseer litoral en la cuenca ártica, se clasifican como Estados árticos no ribereños.

Por su parte, Islandia es un Estado ártico por encontrarse en el interior de la línea, pero tiene la consideración de no ribereño.

Estados Unidos, desde que se hizo con Alaska en 1867, reclama una parte del territorio que entra en disputa con el canadiense (figura 2), con quien mantiene posturas enfrentadas en las aguas del Paso del Noroeste, aguas interiores de Canadá si aplicamos la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM). Sin embargo, Estados Unidos alega que se trata de un estrecho internacional al conectar dos mares diferentes, y que por tanto no pueden ser consideradas aguas interiores. Conviene recordar que Estados Unidos no ha ratificado el CNUDM.

La Declaración de Ottawa del 19 de septiembre de 1996 define a estos estados como administradores de la región y a su vez como miembros del Consejo Ártico.

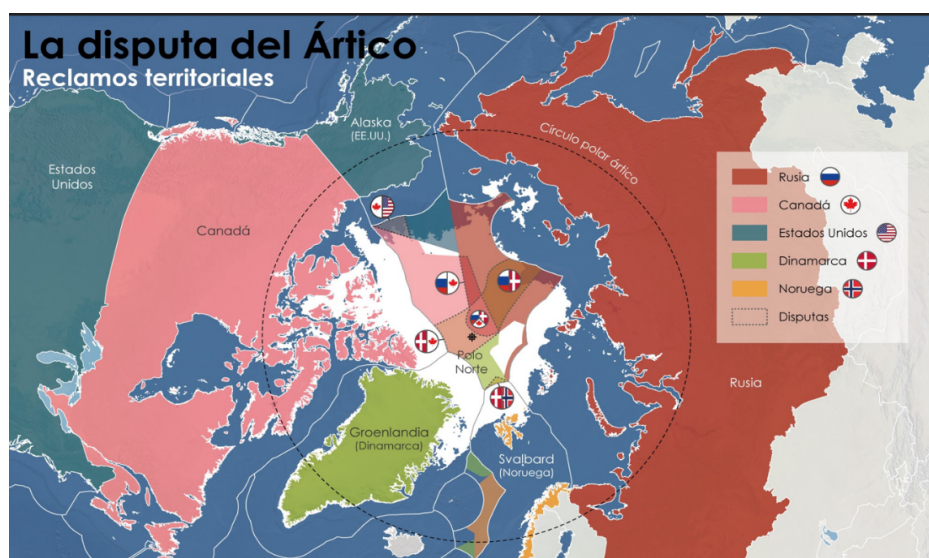


Figura 2. Territorios de Dinamarca, Canadá, Rusia, Noruega y Estados Unidos, actores con mayor competencia por la zona a través de reclamos territoriales.

La Convención de Derecho Marino establece que la soberanía de un país abarca hasta 320 kilómetros de su costa. No obstante, si la plataforma continental a la sobrepasa ese límite, la Comisión Internacional para los Límites de la Placa Continental de Naciones Unidas puede aumentar su territorio marítimo.

Este matiz ha convertido la sierra de Lomonósov, un sistema montañoso del fondo marino ártico, en uno de los puntos más codiciados del globo, y Canadá, Rusia y Dinamarca demandan que dicha montaña es en realidad una extensión de su plataforma continental.

Al mismo tiempo, el Derecho Internacional y la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, señalan que la soberanía de un país y su zona económica exclusiva se extiende hasta las 200 millas náuticas, y en ocasiones, incluso más allá de estas 200 millas y por ello los legitimados para la explotación de los recursos que se encuentren en su territorio son los comprendidos dentro de estos márgenes.

2.1.1. El Consejo Ártico

Fundado oficialmente en 1996 el Consejo Ártico se constituye como un foro intergubernamental de alto nivel, como medio centrado en promover la cooperación, coordinación e interacción entre los actores involucrados en la región en materia de desarrollo sostenible y protección del medio ambiente ártico.

El Consejo Ártico está integrado por los ocho Estados árticos y las organizaciones de comunidades indígenas, las cuales son participantes permanentes del Consejo como miembros de pleno derecho: la Asociación Internacional Aleutiana, el Consejo Internacional Gwichin, la Conferencia Circumpolar Inuit, la Asociación Rusa de los Pueblos Indígenas del Norte (RAIPON) y el Consejo Ártico Atabascano.

El Consejo Ártico se estableció como un medio para promover la cooperación entre los Estados árticos, las comunidades indígenas y otros organismos con intereses en la protección del ecosistema ártico, con los cuales coordina programas de desarrollo sostenible, pero carece de autoridad legal para obligar a sus miembros.

Cada dos años, el Consejo Ártico reúne a los ministros de Asuntos Exteriores de los ocho Estados árticos para ceder la presidencia de un país a otro. Tras la presidencia islandesa en el periodo de 2019 a 2021, Rusia asumió el mandato del Consejo Ártico hasta 2023. No obstante, en mayo de 2023, Noruega asumió la presidencia de la organización hasta 2025, mientras se mantiene el aislamiento a Rusia como consecuencia de la Guerra de Ucrania.

Además, participan en el Consejo una serie de países y organizaciones denominados “observadores”. Desde 2013 el Consejo Ártico cuenta con un total de 13 Estados observadores. Además, la recepción de cinco países asiáticos al Consejo Ártico, entre los que destacan China, Corea del Sur, India, Japón y Singapur refleja el creciente interés por el Ártico, tanto por los recursos como su impacto en el cambio climático.

Dentro de los 13 países observadores España, por su parte, es observador del Consejo Ártico desde 2006 con una destacada participación en los grupos de trabajo del Consejo a través de expertos que constituyen los diferentes ministerios e instituciones.

Las reuniones ministeriales del Consejo Ártico establecen las prioridades políticas, las recomendaciones de los grupos de trabajo y el plan de acción para los próximos dos años. La actividad del Consejo Ártico se organiza en 6 grupos de trabajo compuestos por los representantes de varios gobiernos, agencias no gubernamentales y expertos en varios sectores. Estos grupos de trabajo se centran en las áreas de protección del ecosistema ártico y engloban diversas perspectivas de trabajo³.

2.1.2. La Unión Europea en el Ártico

El papel de la UE en la región del Ártico se caracteriza por los vínculos históricos, económicos, comerciales y geográficos. Además, varias actividades, proyectos, fondos, y decisiones de la UE que repercuten en el desarrollo sostenible de la zona.

La UE se configura como un miembro permanente del Consejo Ártico, no obstante, su papel como observador ha sido rechazado en varias ocasiones.

Varios países miembros de la UE tienen representación en el Consejo Ártico, entre los que destacan Francia, Italia, España, Alemania, Polonia y Países Bajos. Pese a que la UE no tiene salida directa al Ártico, tres países árticos son también Estados miembros de la UE: Dinamarca, Suecia y Finlandia. Por otra parte, la Unión Europea mantiene una relación estrecha con Islandia y Noruega, como miembros del Espacio Económico Europeo (EEE), y países como Canadá y los Estados Unidos son socios estratégicos de la UE.

Groenlandia, la isla más grande del mundo, es un territorio autónomo del Reino de Dinamarca⁴. Dinamarca cuenta además con otro territorio autónomo: las islas Feroe, situadas en el Atlántico norte, que son autónomas desde 1948. Igual que Groenlandia, las islas Feroe envían dos representantes al Parlamento danés. Ninguno de los dos territorios forma parte de la Unión Europea, pese a que

³ Programa de Acción sobre Contaminantes del Ártico (ACAP “Arctic Contaminants Action Program”), Programa de Vigilancia y Evolución del Ártico (AMAP “Arctic Monitoring and Assessment Programme”), Programa de Conservación de la Flora y Fauna del Ártico (CAFF “Conservation of Arctic Flora and Fauna”, Programa de Prevención, Preparación y Respuesta ante Emergencias (EPPR “Emergency Prevention, Preparedness and Response”, Programa de Protección del Ecosistema Marino del Ártico (PAME “Protection of the Arctic Marine Environment”. Grupo de Trabajo sobre Desarrollo Sostenible (SDWG “Sustainable Development Working Group”).

⁴ Desde la Constitución de Dinamarca de 1953, Groenlandia forma parte del Reino de Dinamarca con una relación conocida como *Rigsfællesskabet* (Commonwealth de la corona). En 1979 Dinamarca otorga la autonomía, y en 2009 transfiere una gran parte de las competencias que tenía el gobierno danés al gobierno local groenlandés.

Dinamarca sí es un Estado miembro. La UE estableció en el año 2021 una oficina de la Comisión Europea en Groenlandia, lo que ha aumentado la importancia de las cuestiones árticas en las relaciones exteriores de la UE. La financiación de la UE también se destinará a impulsar la transición ecológica en el Ártico, en beneficio de las poblaciones de esta región.

La reducción del hielo marino y la apertura de posibilidades comerciales por el creciente potencial que ofrece la región han provocado disputas de reclamación territorial y numerosos conflictos de soberanía entre los países árticos. El desafío actual se centra en lograr una repartición equitativa de la plataforma continental ártica y establecer las fronteras y derechos territoriales de los países que la conforman. El Consejo del Ártico aborda este reto con el fin de evitar una escalada de la tensión y los conflictos de intereses en la región. Sin embargo, los datos cartográficos y geográficos de la zona son insuficientes, impidiendo que la reclamación de cada país sea respaldada por evidencia científica o legal.

A diferencia de Canadá, Dinamarca (Groenlandia), la Federación de Rusia, Estados Unidos y Noruega, que se clasifican como Estados ribereños de la cuenca marítima ártica, Finlandia y Suecia tienen una pequeña parte de su territorio terrestre en el interior de la línea del Círculo Polar Ártico, pero al limitar al norte con Noruega y no poseer litoral en la cuenca ártica, se clasifican como Estados árticos no ribereños.

Desde la Constitución de Dinamarca de 1953, Groenlandia forma parte del Reino de Dinamarca con una relación conocida como *Rigsfællesskabet* (Commonwealth de la corona). En 1979 Dinamarca otorga la autonomía, y en 2009 transfiere una gran parte de las competencias que tenía el gobierno danés al gobierno local groenlandés.

Groenlandia, la isla más grande del mundo, es un territorio autónomo del Reino de Dinamarca. Dinamarca cuenta además con otro territorio autónomo: las islas Feroe, situadas en el Atlántico norte, que son autónomas desde 1948. Igual que Groenlandia, las islas Feroe envían dos representantes al Parlamento danés. Ninguno de los dos territorios forma parte de la Unión Europea, pese a que Dinamarca sí es un Estado miembro.

Estados Unidos, desde que se hizo con Alaska en 1867, reclama un trozo del pastel ártico que entra en disputa con el territorio canadiense. Con su vecino Canadá mantiene posturas enfrentadas las aguas del Paso del Noroeste, aguas interiores de Canadá si aplicamos la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM); sin embargo, Estados Unidos alega que se trata de un estrecho internacional al conectar dos mares diferentes, y que por tanto no pueden ser consideradas aguas interiores. Conviene recordar que Estados Unidos no ha ratificado el CNUDM.

El papel de la UE en la región del Ártico se caracteriza por los vínculos históricos, económicos, comerciales y geográficos. Además, hay varias actividades, fondos, proyectos y decisiones de la UE que ya están repercutiendo en el desarrollo sostenible de la zona.

Aunque la Unión Europea no tiene salida directa al Ártico, tres países árticos son también Estados miembros de la UE: Dinamarca, Suecia y Finlandia. Por otra parte, la Unión Europea mantiene una relación estrecha con Islandia y Noruega, como miembros del Espacio Económico Europeo (EEE), y países como Canadá y los Estados Unidos son socios estratégicos de la UE. Hay que considerar en este punto que la escasez de reservas de hidrocarburos de Noruega obliga al país a mirar al Ártico, donde rivaliza sobre todo con Dinamarca y Rusia.

La UE estableció en el año 2021 una oficina de la Comisión Europea en Groenlandia, lo que ha aumentado la importancia de las cuestiones árticas en las relaciones exteriores de la UE. La financiación de la UE también se destinará a impulsar la transición ecológica en el Ártico, en beneficio de las poblaciones de esta región.

Pero no todos los países sumidos en la contienda son, en realidad, naciones árticas. De hecho, el último invitado a este escenario es China. Aunque el gigante asiático no sostiene ninguna reclamación territorial sobre la zona, la potencia asiática está aumentando su presencia en la zona a través de acuerdos con Rusia y una fuerte inversión en Groenlandia, rica en minerales muy codiciados en la industria tecnológica.

La reducción del hielo marino y la apertura de posibilidades comerciales por el creciente potencial que ofrece la región han provocado disputas de reclamación territorial y numerosos conflictos de soberanía entre los países árticos. El desafío actual se centra en lograr una repartición equitativa de la plataforma continental ártica y establecer las fronteras y derechos territoriales de los países que la conforman. El Consejo del Ártico, como foro de cooperación intergubernamental, aborda este reto con el fin de evitar una escalada de la tensión y los conflictos de intereses en la región. Sin embargo, los datos cartográficos y geográficos de la zona son insuficientes, impidiendo que la reclamación de cada país sea respaldada por evidencia científica o legal.

2.1.3. Capacidad militar de los diferentes actores

Según un artículo de la revista Armada Española, el Ártico se ha convertido en un escenario geopolítico de primer orden a corto-medio plazo, y la presencia militar en la región ha aumentado notablemente en la última década.

Actualmente, Rusia mantiene 27 bases militares operativas sobre el círculo polar ártico, más del doble de las que tenía antes de la «conmoción» de 2007. Los principales actores en la región son Rusia, China, Estados Unidos y la OTAN.

Rusia y su interés en el Ártico solo ha estado ausente durante las décadas del derrumbe soviético. Cuando Putin llegó al poder en 1999 y poco a poco fue ganando relevancia dentro de la política del Kremlin ese interés se ha recobrado.

En 2007, una expedición científica colocó una bandera rusa de titanio en la dorsal de Lomonósov, a 4.000 metros de profundidad como señal de lo que Rusia considera una extensión de su plataforma continental y que por esta razón le otorgaría derecho a la ampliación de su Zona Económica Exclusiva.

La estrategia de Rusia en la región tiene dos principalmente dos vectores, los recursos del Ártico y su explotación, y el uso de la Ruta del Mar del Norte como vía marítima principal de Rusia. La actividad rusa se ha centrado en la construcción de la mayor flota de rompehielos nucleares del mundo, en militarizar archipiélagos y modernizar instalaciones militares en la costa norte.

En la instalación militar más septentrional de Rusia, la pista del aeródromo de Nagurskoye ha progresado visiblemente en el último año a pesar de la guerra de Rusia contra Ucrania (figura 3).



Figura 3. Modernización de instalaciones militares rusas (*Revista General de Marina*, 284/1, enero-Feb. 2023 (defensa.gob.es)).

China ha centrado sus esfuerzos en la investigación y en las relaciones bilaterales con países árticos (Rusia e Islandia) para introducirse en este océano, auto denominándose *Near-Arctic State*.

Las alianzas le han dado capacidad para obtener el estatus de país observador en el *Consejo Ártico*⁵, desde donde reclama una gobernanza global del Ártico por afectar este a todo el mundo y no solo a los países con territorios en esta región.

En el ámbito naval, cuenta con dos buques científicos rompehielos en servicio, de propulsión convencional, el Xue Long y el Xue Long-2, de reciente construcción. Y tiene además una investigación para construir un rompehielos de propulsión nuclear.

En cuanto a la Fuerza Submarina se cree que pueda estar construyendo una nueva clase de submarinos basada en el Tipo 093, de propulsión nuclear, pero con VLS incorporado, su Fuerza Submarina hoy en día se compone de cuatro SSBN, seis SSN, 50 SSK y un número indeterminado de AIP de entre 17 y 60 unidades.

Estados Unidos depende mucho de submarinos y aeronaves para patrullar su territorio septentrional, pues Estados Unidos tiene únicamente una base en el Ártico, un centro de la fuerza aérea en terrenos prestados por Groenlandia. En lo referente a las relaciones con otros países árticos, Estados Unidos no ha conseguido que Canadá o Dinamarca refuercen su presencia militar en la región.

Canadá, en segundo lugar, por detrás Rusia por el tamaño del territorio septentrional, solo cuenta con tres bases árticas pequeñas.

Es necesario diferenciar el papel de la OTAN como agente específico en la zona pues permite establecer una comparación realista entre las tres grandes potencias, China-Estados Unidos-Rusia. La militarización rusa del Ártico ha provocado la respuesta de la OTAN en forma de incrementar su presencia mediante maniobras como la Trident Juncture 2018 o la Cold Response 2022, Las Trident Juncture 2018, con Noruega como país anfitrión, se desarrollaron también en el Atlántico Norte y el Báltico, congregando a más de 50.000 militares de países OTAN Noruega, país que comparte frontera marítima con Rusia, aporta cazas F-35 y P-8 Poseidón⁶ desde la Base Aérea de Evenes, que sirve también como base aérea avanzada de la OTAN para alerta de reacción rápida.

⁵ *Consejo Ártico (Convención de Ottawa)* es un foro intergubernamental creado en 1996 para fomentar la cooperación y gobernanza en el Ártico. Está formado por los ocho Estados con territorios en la zona como miembros de pleno derecho (Estados Unidos, Rusia, Canadá, Dinamarca, Noruega, Finlandia, Suecia e Islandia) y por países con el estatus de observadores, entre los que se encuentran España y China.

⁶ El P-8 Poseidon de Boeing se ha convertido en el avión de patrulla marítima y vigilancia marítima más exitoso de la actualidad, siendo el reemplazo natural de otro exitoso avión estadounidense, el Lockheed Martin P-3 Orion. El P-8 Poseidon es capaz de realizar misiones de patrulla marítima, vigilancia marítima, lucha anti-submarina (ASW) y contra objetivos de superficie (ASuW), Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR) y búsqueda y salvamento (SAR) basado en el exitoso avión de pasajeros Boeing 737NG (Next Generation).

El P-8 (fotografía 1) tiene un radio de acción de 2.200 km, con una permanencia en zona de cuatro horas, y puede ir armado con minas, torpedos Mk-54 y misiles antibuque Harpoon.



Fotografía 1. P-8 Poseidón.

Canadá al contrario que Noruega para con la OTAN, es contraria a la intervención de la Alianza en esta región y defiende una postura independiente y autónoma.

3.EL ÁRTICO: UNA ZONA GEOESTRATÉGICA

Pese a que el derretimiento de los glaciares árticos plantea riesgos que afectan a la región y al conjunto del planeta Tierra. La apertura de accesos y nuevas rutas brinda una serie de oportunidades de negocio, relacionadas con la explotación de recursos naturales y de inversión que impulsarían la región y que convierten al Ártico en el nuevo mercado emergente a nivel mundial y en objeto de alta competitividad para múltiples países interesados en obtener los beneficios que ofrece el deshielo, no solo por parte de los Estados Árticos sino también por otros actores interesados en la región.

La importancia estratégica del Ártico se ve reflejada en la remilitarización de la zona, donde países como Estados Unidos y Rusia han aumentado su presencia militar, incluyendo la modernización de sus fuerzas armadas y la construcción de bases militares, con el objetivo de proteger y asegurar su influencia en la región

3.1. Las oportunidades que brinda el deshielo

3.1.1. Explotación de recursos naturales

Se estima que el Ártico alberga grandes reservas de petróleo y gas de la Tierra, estableciéndose como importante proveedor de materia energética en el futuro. Según el Instituto de Geofísica de los Estados Unidos, la región de Rusia y Alaska alberga el 13% de petróleo y un 30% de reservas de gas natural.

Además, se estima que la región ártica cuenta con minas de diamantes, oro y minerales no descubiertos o tierras raras, esenciales para el desarrollo tecnológico actual.

Si bien, todas las naciones con territorio en el Ártico cuentan con actividades extractivas de estos recursos, Rusia es el país más activo en número de explotaciones mineras.

Rusia es el estado polar con mayor litoral lo cual le permite acceder a una mayor cantidad de recursos interés en controlar una nueva ruta comercial que acorte tiempos y abarate costes.

Noruega por su parte, está expandiendo sus explotaciones petroleras hacia el norte en el mar de Barents, lo que la consolida como la mayor productora de petróleo de Europa Occidental (figura 4).

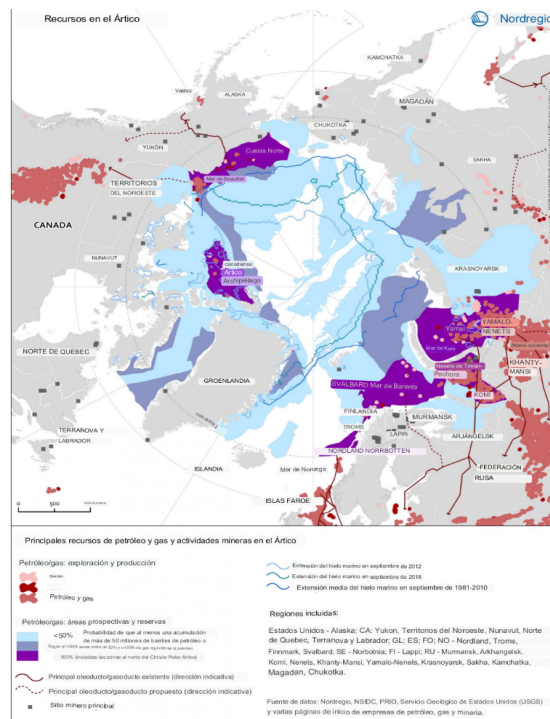


Figura 4. Recursos minerales y energéticos actuales y potenciales de la región ártica.

3.1.2. El deshielo y nuevas rutas comerciales

La apertura de nuevos accesos permite el establecimiento de rutas de navegación que pasen por el Ártico, permitiendo generar oportunidades de acceso y nuevas rutas de navegación más eficientes y económicas, reduciendo así el consumo de combustible y emisiones contaminantes, especialmente en la Ruta Transpolar.

Actualmente existe una única ruta marítima que conecta China y Europa, y que pasa por el Canal de Suez y el estrecho de Malaca. Como ya se pudo comprobar en el 2021 el paso del Canal de Suez es una ruta sin alternativa, y cuando el buque Ever Given bloqueó el canal durante seis días también bloqueó el tráfico marítimo entre China y Europa.

Rusia ha llevado a cabo varios intentos de establecer una ruta marítima que bordea su costa ártica desde las ciudades de Vladivostok a Murmansk, y que pudiera comunicar China y Europa por una nueva ruta. El deshielo del Ártico facilitará la apertura de esta nueva ruta marítima que hoy en día requiere de rompehielos impulsados por energía nuclear. Estas nuevas rutas de navegación podrían reducir significativamente los tiempos y costos del transporte entre Asia y Europa, por ejemplo, lo que podría impulsar el comercio y el desarrollo económico. La ruta del Canal de Suez tiene 23.000 kilómetros, la ruta ártica ronda los 14.000 km.

El transporte marítimo, históricamente el principal medio de comercio internacional ha enfrentado desafíos, como durante la crisis del COVID-19. Las rutas clásicas han estado notoriamente congestionadas, especialmente en los llamados *Choke Points*, donde la densidad de tráfico y la vulnerabilidad de los buques son altas. En años recientes, esta congestión se ha acentuado debido a la incorporación masiva de cruceros de recreo, el aumento de flotas pesqueras y la eficiente implementación de las autopistas del mar en Europa. Esto, junto con la reducción de costos gracias a una gestión portuaria eficaz y mejoras en los sistemas de propulsión, ha impulsado el sector.

Sin embargo, este crecimiento también conlleva riesgos como la piratería, el terrorismo marítimo y accidentes. Por esta razón, el deshielo del Ártico se presenta como un futuro prometedor para la navegación, ofreciendo rutas más rentables y seguras, aunque se reconoce que no es una noticia del todo positiva.

El uso del Ártico como una nueva ruta marítima no es novedoso, pero lo destacado es que, según estudios científicos y modelos matemáticos, se proyecta que, en 43 años, para el año 2065, la Ruta Transpolar será navegable de manera libre ofreciendo un transporte más corto, rápido y en consecuencia más económico y acortando las rutas comerciales entre el Atlántico y el Pacífico.

A mediados de 2022, un estudio científico liderado por investigadores de las universidades Brown⁷ y Maine de Estados Unidos analizó la posibilidad de crear nuevas rutas de transporte marítimo en el Ártico, con el objetivo de reducir la influencia rusa en la región.

⁷ Este instituto, con un enfoque interdisciplinario en medioambiente, derechos humanos y bienestar económico, se dedica a investigaciones ambientales, económicas, físicas, geológicas y geoestratégicas, así como a consideraciones legales relacionadas con el posible deshielo.

Este estudio prevé en un futuro cercano que las áreas libres de hielo permitirán la navegación en aguas internacionales, sin control de ninguna nación, particularmente de Rusia, que actualmente ejerce un gran control en la región. Se basa en modelos climáticos que indican que áreas del Ártico, antes cubiertas de hielo durante todo el año, se están calentando tan rápidamente que estarán libres de hielo durante varios meses.

Se proyecta que para 2065, la navegabilidad del Ártico aumentará lo suficiente como para generar nuevas rutas comerciales en aguas internacionales, ofreciendo alternativas a la Ruta del Mar del Norte controlada por Rusia.

Diversificar las rutas comerciales, especialmente aquellas que no pueden bloquearse por ser canales, otorga a la infraestructura de transporte marítimo una mayor resiliencia. Por su parte, China, aunque no es un estado litoral ártico, ha avanzado en sus esfuerzos por utilizar esta ruta más rápida hacia Europa en años recientes.

Ante esta potencial situación cabe preguntarse si Rusia perderá poder en el Ártico. Rusia ha demostrado un interés persistente en controlar el Ártico, intensificando sus esfuerzos en los últimos años mediante la construcción de rompehielos de última generación, la mejora de bases militares, la instalación de radares avanzados y el despliegue de vehículos submarinos no tripulados, entre otras acciones. Rusia se beneficia de estos privilegios, como el cobro de peajes a los buques que navegan por sus costas, el control a través de prácticos locales y la notificación anticipada de intenciones de navegación.

Es importante recordar que Noruega, como miembro del extremo norte de la OTAN, comparte fronteras terrestres y marítimas con Rusia en el Ártico. Además, las recientes adhesiones de Suecia y Finlandia a la OTAN añaden un nuevo dinamismo a la situación en el Ártico. Aunque no tienen costas directamente en el Ártico, su membresía en la UE facilita las relaciones con otros países miembros y la OTAN.

Por el contrario, si el hielo se derrite, especialmente en la Ruta Transpolar, muchos de estos inconvenientes podrían desaparecer total o parcialmente. Las nuevas rutas podrían abrirse a través de la Ruta Marítima Transpolar (TSR), lo que se espera en un futuro cercano.

La Ruta Transpolar, también conocida como TSR (figura 5), conecta el Atlántico con el Pacífico a través del centro del mar Ártico, evitando en gran medida las aguas territoriales de los Estados árticos y transitando por aguas internacionales. Actualmente, esta ruta solo es accesible con potentes rompehielos, pero se proyecta que para el año 2065 estará completamente operativa.

Sin embargo, la navegación por esta ruta presenta desafíos considerables. Las condiciones meteorológicas son adversas, con fuertes vientos, mares agitados y tormentas frecuentes. El hielo flotante, especialmente en estas latitudes, es antiguo y espeso, lo que aumenta el desgaste en el casco, los sistemas propulsores y otros componentes del barco. Las bajas temperaturas también reducen la eficiencia de los equipos. La seguridad se ve comprometida por la falta de sondajes en el 98% de las aguas, así como por la limitada capacidad de salvamento y rescate.

A pesar de estos desafíos, la navegación por la Ruta Transpolar ofrece ventajas significativas. Al ser aguas internacionales, no están sujetas a las regulaciones impuestas por los países ribereños, como en el caso de Rusia en el Paso del Noroeste. En su lugar, solo se deben cumplir con las disposiciones del Código Polar de la OMI.

Esta ruta de aproximadamente 3.900 kilómetros, o 2.100 millas náuticas, permite importantes ahorros de distancia entre Europa y Asia. Las rutas del Ártico son un 30% a 50% más cortas que las vías a través del Canal de Suez y el de Panamá, lo que implica un ahorro de tiempo de 14 a 20 días. Reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero de las navieras en aproximadamente un 24% si las aguas internacionales del Ártico se calientan lo suficiente como para permitir la navegación.

Polar shipping routes



Figura 5. Como se puede observar la línea morada que en estos momentos cruza toda la zona completamente cubierta de hielo y denominada Transpolar, para el año 2065 podría estar libre de hielo.

En cuanto al marco jurídico del Ártico, la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar y el Consejo del Ártico son organismos clave. La Convención OSPAR se ocupa de la protección ambiental en el Atlántico del Nordeste y el

Código Polar es legislación obligatoria para buques que navegan en regiones árticas y antárticas, estableciendo normativas específicas para estos entornos. Este código, en vigor desde enero de 2017, representa un avance significativo en la regulación del transporte marítimo en aguas polares.

3.1.3. El deshielo y turismo

Desde la primera expedición al Polo Norte, el Ártico se concibe como una de los últimos destinos vírgenes y extremos de la Tierra. Sus paisajes salvajes, fauna, clima extremo y sus recursos naturales cada vez más accesibles como consecuencia del deshielo impulsan el acceso al sector turístico, el crecimiento económico e inversión en la región.

La globalización promueve una modernización acelerada con impactos perjudiciales a nivel ecológico y cultural. El deshielo y la apertura a nuevas rutas de navegación, junto con los avances y desarrollo tecnológico se conciben como los impulsores que han facilitado la exploración del Ártico, fomentado aún más su concepción como destino de ocio. A medida que la región se hace más accesible, con la paradoja de que el cambio climático permite contemplar los paisajes extremos, el turismo experiencial ártico ha aumentado significativamente. Alrededor de 150.000 personas visitan estas latitudes anualmente.

El grupo de trabajo del Consejo Ártico de Protección del Medio Marino del Ártico (PAME), registró un aumento del 35% en el número de buques turísticos que han accedido al Ártico en el periodo de 2013 a 2019. El deshielo permite al sector turístico operar con mayores facilidades y durante períodos mensuales más frecuentes. A principios de siglo, un total de 52 rompehielos han accedido al Polo Norte de los cuales la mayoría tenían fines turísticos, exponiendo que los viajes por la región ártica se postulan como un negocio potencial y con intereses futuros.

La apertura al sector turístico promueve una serie de beneficios como el acceso y construcción de infraestructuras, la inversión económica y el desarrollo de las culturas indígenas. No obstante, esta actividad contribuye al cambio climático, donde el aumento exponencial de la entrada de cruceros al Ártico implica un mayor impacto humano en la zona y en consecuencia al ecosistema ártico, especialmente al comportamiento de la fauna, flora y las comunidades autónomas que habitan en la región.

En sus inicios, el turismo polar estaba destinado a una élite turística específica, con viajes que van desde los 40.000 hasta los 127.000 USD por pasajero.

Poseidon Expeditions y su barco el 50 Años de la Victoria, una embarcación rusa con fines científicos y de carga que ofrece viajes de expedición al Polo Norte desde 2001 al precio de 40.000 euros.

Pero poco a poco se está democratizando y eso alerta a los climatólogos por los efectos negativos que podría causar en la región.

El Ártico es una zona vulnerable al cambio climático y el acceso de cruceros y turistas es una de las fuentes principales de contaminación. La llegada de los buques implica la disminución de ciertas especies de fauna marina a las cuales la contaminación acústica de los buques les afecta, y las excursiones en motos de nieve que perturban al ecosistema ártico. A nivel humano, la oleada de turismo amenaza los sistemas actuales de suministro, donde los pequeños negocios se quedan sin bienes básicos. Además, el aumento exponencial de turismo impacta negativamente sobre las especies protegidas y promueve la acumulación de residuos que en última instancia afectan sobre las comunidades indígenas que habitan en la región y las cuales deben hacer frente a desafíos como la modernización y su adaptación al nuevo desarrollo social.

Además, la contaminación de los buques, donde el 24% de los buques registrados por el PAME en 2019 utilizan Fuel Oil Pesado (HFO⁸), uno de los combustibles con los niveles más altos de emisiones de escape, que plantea graves riesgos ambientales si se filtra a las aguas árticas.

Así, la transición al turismo a través del desarrollo económico implica un aumento progresivo de la contaminación. Según el último informe de la Organización Mundial del Turismo (OMT), el sector turístico – especialmente los medios de transporte como aviones, cruceros, trenes etc. - representa el 8% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial, lo que equivale a unos 665 millones de toneladas de CO₂ que contribuyen directamente al calentamiento global y en consecuencia al deshielo del Ártico. Por su parte, la falta de infraestructuras de la región presenta claros riesgos para solucionar accidentes como una fuga de combustible o aguas residuales provenientes de estos cruceros, supondría un grave riesgo para la región, afectando directamente al ecosistema de la zona.

El Consejo Ártico junto con la Asociación de Operadores de Cruceros de Expedición del Ártico (AECO), en vistas de que la tendencia en el turismo ártico siga evolucionando establece una serie de directrices para el turismo ártico basadas en el principio de la sostenibilidad como requisito fundamental para garantizar la conservación de la región.

⁸ Por sus siglas en inglés *Heavy Fuel Oil*, es un tipo de combustible líquido derivado del petróleo. Resulta extremadamente peligroso y tóxico en disolución con el agua y expuesto a la radiación solar.

4. RIESGOS DEL DESHIELO

4.1. Enfermedades y patógenos emergentes del Ártico, impacto del cambio climático en la salud pública.

El aumento de la temperatura en el Ártico y el deshielo del permafrost, alerta sobre una serie de riesgos en términos de propagación de enfermedades y patógenos emergentes, los cuales han estado conservados en el hielo durante miles de años.

El deshielo del permafrost plantea una serie de riesgos para la salud humana ya que libera a la atmósfera grandes cantidades de GEI, pero también alerta sobre la proliferación de virus y bacterias que fueran potencialmente peligrosos para los seres vivos.

El cambio climático se identifica como el factor más influyente en la aparición de enfermedades infecciosas en la zona. El aumento de la temperatura afecta directamente sobre la velocidad de crecimiento de patógenos y vectores, y aumenta la exposición a nuevas enfermedades debido a la migración humana. Además, altera el comportamiento humano, incrementando el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por agua o garrapatas. A pesar de estos desafíos, se subraya que la educación, la vacunación y la higiene pueden ayudar a combatir la propagación de enfermedades.

Actualmente, la degradación del permafrost como consecuencia del deshielo presenta riesgos significativos para la salud pública y la calidad de vida. Los riesgos incluyen la propagación de enfermedades infecciosas a medida que se descongelan los cadáveres de animales infectados, así como la infiltración de residuos tóxicos en el entorno. Esto puede llevar a daños en infraestructuras sociales existentes y a la formación de sustancias tóxicas como el metilmercurio en los peces. En este sentido, las tasas de enfermedades infecciosas en el Ártico varían según país, enfermedad, edad y sexo. Además, es importante impulsar la investigación para confirmar la relación entre enfermedades transmitidas por vectores y roedores con factores climáticos.

Este fenómeno tiene un impacto significativo en la salud pública de la región y se puede dividir en dos categorías principales: la presencia de patógenos antiguos en el permafrost, y la transmisión de enfermedades a través de vectores:

El deshielo está liberando patógenos que han estado congelados durante miles de años, algunos de los cuales podrían ser desconocidos para el sistema inmunitario humano y provocar enfermedades graves. En 2016, científicos descubrieron fragmentos de ARN del virus de la gripe española de 1918 en cadáveres enterrados en fosas comunes en Alaska.

La gripe española fue una pandemia que provocó grandes daños y muerte a millones de personas en todo el mundo.

También se cree que la viruela y la peste bubónica puedan estar conservadas en el permafrost, en la zona de Siberia. Su liberación podría provocar graves brotes debido a su alta infectividad.

Las enfermedades transmitidas por vectores, son aquellas que se transmiten de un organismo a otro a través de un vector, como un insecto o un animal. En el Ártico, las enfermedades transmitidas por vectores más comunes son la malaria, el dengue y el chikungunya. El deshielo está permitiendo que los vectores de estas enfermedades se expandan a nuevas zonas. Por ejemplo, el mosquito *Anopheles*, que transmite la malaria, ahora se encuentra en zonas del Ártico que antes eran demasiado frías para que prosperara.

En este sentido, el deshielo del permafrost plantea riesgos a nivel de propagación de enfermedades ya existentes, las cuales han estado contenidas en el hielo, pero también alerta sobre la posibilidad de propagación y surgimiento de nuevos patógenos (o antiguos) ante los cuales no se dispone de preparación inmunológica. Dada la acelerada transformación climática en el Ártico, comprender cómo los factores climáticos impactan las tasas de enfermedades infecciosas es crucial para minimizar los costos no solo humanos a nivel global, sino también económicos. Algunos estudios recientes, se centran en enfermedades zoonóticas y transmitidas por vectores, como las enfermedades transmitidas por garrapatas, tularemia, ántrax y vibriosis.

4.2. Demanda en el mercado de nuevas vacunas y antibióticos

El deshielo del permafrost en el Ártico plantea serias amenazas tanto para el medio ambiente como para la salud humana. Este fenómeno libera sustancias tóxicas, patógenos peligrosos y bacterias resistentes a los antibióticos. Se argumenta que se necesitarán adaptaciones significativas en nuestro sistema inmunológico, lo que se ha denominado "inmunidad al permafrost". En este contexto, el cambio climático aumenta el riesgo de nuevas pandemias y agrava las enfermedades existentes. El COVID-19 es un ejemplo reciente de una enfermedad zoonótica vinculada al cambio climático.

El deshielo en el Ártico está provocando un aumento de los riesgos de enfermedades y patógenos emergentes. Esto hace que sea más importante que nunca contar con vacunas y antibióticos eficaces para proteger a la población. La demanda de nuevas vacunas y antibióticos en el mercado está aumentando, y se están desarrollando una serie de nuevos productos para abordar estos desafíos.

Por un lado, las vacunas ayudan a prevenir enfermedades al entrenar al sistema inmunitario para que reconozca y combata los patógenos, mientras que los antibióticos ayudan a tratar las infecciones bacterianas al matar o inhibir el crecimiento de las bacterias. En el caso del Ártico, las vacunas y los antibióticos son especialmente relevantes para prevenir y tratar las enfermedades transmitidas por vectores y los patógenos antiguos.

En los últimos años, se han desarrollado una serie de nuevas vacunas y antibióticos, entre las cuales destacan vacunas contra enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria, el dengue y el chikungunya, vacunas contra patógenos antiguos, como la viruela y la peste bubónica y por su parte, desarrollo de antibióticos que son eficaces contra bacterias resistentes a los antibióticos. Estos nuevos productos tienen el potencial de mejorar la salud pública y reducir el impacto de las enfermedades y patógenos emergentes, brindando una oportunidad de negocio para el sector farmacéutico y medicinal.

5. ANÁLISIS WHAT IF: ¿QUÉ PASARÍA SI LA PRÓXIMA PANDEMIA VIENE DEL ÁRTICO?

“En 2056 la detección de un brote de una nueva cepa vírica en una comunidad indígena del Ártico alertó sobre la desestabilización de la zona. El virus, altamente contagioso y mortal, se propagó rápidamente por la región motivando a la comunidad internacional a movilizarse para frenar la epidemia. El deshielo y el auge de la actividad humana provocaron el incremento de la conectividad del Ártico con el resto del mundo e impulsaron la rápida propagación del virus a nivel mundial. La incapacidad de las naciones de revertir y frenar la transmisión y la inmunodeficiencia de la población ante el nuevo esquema de virus provocó el surgimiento de la nueva pandemia que, de un foco local acabó transmitiendo al resto del mundo.”

5.1 Factores impulsores del evento: ¿Cómo podría suceder?

El cambio climático continúa afectando a la región del ártico a un ritmo elevado. El aumento de la temperatura de la región incentiva el deshielo del permafrost que a su vez fomenta la proliferación de los virus y bacterias contenidos en el hielo durante miles de años. Al ser liberados, el comportamiento de estos patógenos se ve alterado en el nuevo ecosistema, entrando en contacto con la atmósfera y volviéndose más transmisibles y/o virulentos.

Por su parte, la globalización impulsó el interés de las diferentes naciones en la región, motivados por los accesos que ofrece el deshielo y fomentando la conectividad del Ártico con el resto del mundo.

Con el objetivo de aprovechar sus potencialidades, el interés por la región motivó la construcción de infraestructuras críticas como aeropuertos y carreteras que hicieran el Ártico más accesible al público. El crecimiento exponencial del flujo de actividad humana en la región concebida como zona geoestratégica y destino de ocio aumentó el riesgo de exposición a los patógenos que han estado conservados en el permafrost hasta su liberación por el deshielo, cuya transmisión por aire o por contacto con superficies contaminadas a los seres vivos de la región generaron una amenaza no sólo para el Ártico, sino para el conjunto global.

5.2 Consecuencias de una pandemia en el Ártico ¿Cuál ha sido su impacto?

En el escenario en el que surgiera una pandemia del Ártico, los efectos derivados plantean un impacto devastador no sólo para la región sino para el plano internacional. Las consecuencias de una nueva pandemia tendrían un impacto sobre el propio Ártico, donde el auge y la proliferación de las enfermedades contenidas en el permafrost afectarían directamente sobre la región y los seres vivos que habitan en él, especialmente las comunidades indígenas como especialmente vulnerables al virus, provocando una grave crisis humanitaria.

A nivel mundial, la salud pública tendría una mayor presión en los sistemas de atención médica, donde la escasez de recursos y el desconocimiento del virus, diagnóstico y tratamiento plantean un desafío para la medicina en términos inmunológicos. En este sentido, los sistemas políticos enfrentarían un escenario de alto impacto, donde la necesidad de implantar medidas restrictivas para frenar la epidemia afectaría a su vez al conjunto de la población. La necesidad de medidas de cuarentena y el consecuente distanciamiento social a gran escala, tendría implicaciones a nivel social, impactando en la vida cotidiana de las personas, la educación y la cultura donde un aislamiento social generalizado plantearía desafíos entre otros, para la salud mental.

A su vez, los efectos demográficos en términos de decrecimiento y de crisis migratorias motivadas por el abandono de las zonas afectadas presenta implicaciones para la comunidad internacional a gran escala originando una grave crisis a nivel mundial.

En cuanto a la economía el impacto sería significativo con recesiones globales. El gasto e inversión económica que los países asumirán para hacer frente a esta situación pandémica como problema transnacional suponen asumir un elevado gasto. Por su parte, la paralización del sector comercial, industrial y turístico como consecuencia del aislamiento internacional supondría la pérdida masiva de empleos y la volatilidad en los mercados financieros con gran impacto a nivel económico.

5.3 Análisis y predicciones del escenario ¿Cómo podríamos evitarlo?

Las consecuencias de una pandemia pueden variar en magnitud y alcance según la gravedad de la enfermedad, la respuesta gubernamental y otros factores. Pese a que su probabilidad sea difícil de estimar, la posibilidad hace imperativa la necesidad de asumir el riesgo y con ello definir una estrategia no solo reactiva sino centrada en prevenir los posibles efectos derivados.

En este sentido, la investigación científica en la región del Ártico permitirá identificar y comprender los patógenos, virus y bacterias y los posibles riesgos potenciales, fomentando el conocimiento científico en la región y el desarrollo de vacunas y medicamentos con aplicaciones a nivel farmacéutico y medicinal en varios ámbitos.

La posibilidad de inversión científica en el Ártico plantea una oportunidad para el sector farmacéutico centrado en el desarrollo de medicamentos a partir de los microorganismos que habitan en la región. Todo ello permitirá diseñar una serie de estrategias de prevención en beneficio de la medicina, pero también a nivel global, que permitan no sólo reaccionar sino disponer de un plan ante una posible pandemia. La importancia de la inversión científica supondría la disminución del tiempo de respuesta y por consiguiente el impacto, ahorrando costos no solo económicos, sino también humanos.

La colaboración internacional y el establecimiento de medidas efectivas de salud pública son cruciales para mitigar el impacto de una posible pandemia. La inversión, financiación y apoyo a la investigación científica en el Ártico, es esencial, especialmente para abordar el gran desconocimiento de los patógenos presentes en la región y conservados en el permafrost ártico.

6. ANÁLISIS DAFO: ALERTA TEMPRANA Y VIGILANCIA ÁRTICA PARA EL ESTUDIO DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS, APOYADO POR LA UNIÓN EUROPEA

6.1. Oportunidad en la necesidad de vacunas, evaluación del potencial de colaboración con instituciones/países,

La creciente accesibilidad al Ártico, el interés internacional por comprender los procesos naturales y su impacto por el cambio climático ofrecen una oportunidad para impulsar la investigación científica en áreas como el clima, la biología y la geología de la zona, fomentando las inversiones y desarrollo en el ámbito científico. Los avances médicos centrados en la generación o descubrimiento de información que aumente el conocimiento sobre medicina, en términos de mejora de los diagnósticos, tratamientos y prevención, pueden llevar al descubrimiento de innovaciones tecnológicas en materia de aplicación y uso medicinal, así como el descubrimiento de nuevos medicamentos y vacunas.

La mejora del diagnóstico, el tratamiento y la prevención de enfermedades marca un hito crucial con el poder de prolongar y salvaguardar vidas. La sociedad se beneficia enormemente del progreso médico, ya que los avances científicos alivian la carga financiera de las enfermedades y fortalecen los sistemas sanitarios. En este sentido, la pandemia COVID-19 puso de manifiesto la necesidad de un sistema no sólo resistente a las crisis sino también resiliente, que garantice la disponibilidad continua de medicamentos y evite el colapso de las instituciones médicas y de la sociedad en el futuro.

En este contexto científico, la bioprospección es la búsqueda de genes, moléculas y organismos cuyas características podrían aprovecharse con fines comerciales. Desde hace décadas los investigadores se dedican a la búsqueda de compuestos con propiedades médicas. Más del 60% de las casi 900 nuevas entidades químicas sacadas al mercado en los últimos 20 años fueron halladas en la naturaleza. En lo que respecta a la investigación en este ámbito, el Ártico presenta una serie de características que le confieren un gran potencial a nivel científico, donde el estudio de los microorganismos que habitan en condiciones extremas refleja el potencial de la inversión científica en la región.

En el año 2021 el Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC) de Barcelona en colaboración con miembros del consorcio Tara Oceans, llevaron a cabo una investigación en la cual desvelaron el genoma de más de 500 microorganismos del Océano Ártico, de los cuales, el 80% eran desconocidos hasta la fecha. Muchas de estas especies son exclusivas de zonas polares y algunas mostraban una gran versatilidad metabólica que les permitía responder mejor a los cambios ambientales. Estos microorganismos que hasta ahora eran desconocidos pueden ser objeto de numerosos estudios para ver sus aplicaciones.

Hallazgos como este hacen patentes el desconocimiento general de los organismos en la región ártica y el potencial de estudio en este campo. La necesidad de identificar organismos y evaluar su potencial en futuras aplicaciones es una de las motivaciones clave para el ámbito científico y una de las oportunidades que el deshielo y la apertura de accesos ofrece. Además de la posible aplicación en el ámbito farmacéutico también sirve de base para la comprensión de los microorganismos polares que impulsan los ciclos biogeoquímicos globales.

El Ártico es una región donde viven comunidades indígenas y sus conocimientos del lugar son de gran importancia en las actividades de bioprospección. Si se pone en valor su conocimiento, preservando el medio donde habitan, estas bioprospecciones pueden resultar beneficiosas para la población, más allá de los resultados que se consigan con las investigaciones.

6.2. Oportunidades en los avances científicos

El potencial de los avances y descubrimientos en medicina reside en la innovación y desarrollo de fármacos, la biotecnología, la salud digital y los dispositivos médicos para ofrecer tratamientos mejorados para las principales causas de muerte (enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares y el cáncer) pero también tienen la capacidad de tratar enfermedades y evitar su aparición, lo que es especialmente importante en el contexto de pandemias como la de Covid-19.

La investigación ha permitido disponer de antibióticos que nos ayudan a controlar la mayoría de las infecciones bacterianas. Además, las vacunas nos ayudan a salvar innumerables vidas cada año. Gracias a las vacunas, la mortalidad infantil ha disminuido más de un 50% en los últimos 30 años. Las vacunas evitan entre 3,5 y 5 millones de muertes cada año en todo el mundo.

Las investigaciones llevadas a cabo en las últimas décadas también han permitido que el VIH no sea mortal, aunque siga siendo una enfermedad grave. Y en la última década, hemos asistido a enormes saltos en la tecnología de las vacunas, con la aprobación de las primeras vacunas de ARN. que prometen ser más rápidas, baratas, adaptables y fáciles de producir en masa. para combatir posibles pandemias.

Las sociedades están obligadas a financiar investigaciones para comprender mejor las causas y los factores asociados a las enfermedades infecciosas, así como las soluciones para controlar su impacto (figura 6).

La oportunidad que supone el Ártico como campo en el que realizar nuevos descubrimientos es innegable. En él la ciencia puede desarrollar su potencial de alcanzar logros a partir del estudio del medio natural.

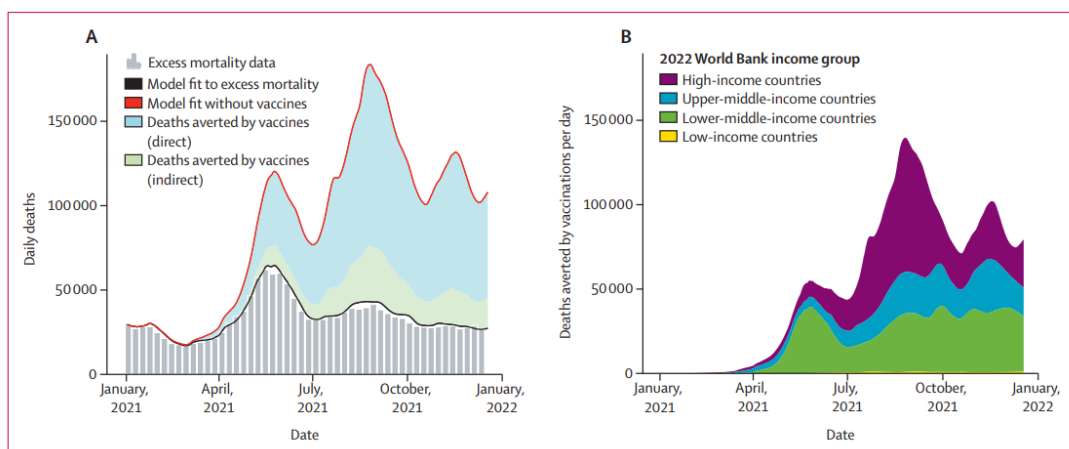


Figura 6: Muertes mundiales por COVID-19 evitadas gracias a la vacunación, basadas en el exceso de mortalidad

(A) Mediana del número de muertes diarias por COVID-19 basada en las estimaciones del exceso de mortalidad (barras verticales grises) en el primer año de vacunación. La estimación de referencia de las muertes diarias por

COVID-19 a partir del modelo ajustado al exceso de mortalidad se representa con la línea negra continua y el escenario contrafactual sin vacunas se representa con una línea roja.

La diferencia entre la línea roja y la negra indica las muertes evitadas gracias a la vacunación.

protección directa conferida por la vacunación y la protección indirecta en verde. (B) Mediana del número de muertes diarias evitadas por día según el grupo de ingresos 2022 del Banco Mundial.

6.3. La oportunidad de la Inteligencia artificial al servicio del sector médico

Destaca en los últimos años el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito del desarrollo científico y la asistencia sanitaria. Las colaboraciones entre empresas tecnológicas y farmacéuticas han llevado a la transformación de los procesos digitales mejorando la detección y el diagnóstico de enfermedades e incluso facilitar el proceso de descubrimiento de fármacos mediante el desarrollo de la tecnología ARNm.

En este sentido, la IA se prevé como una herramienta crucial en el desarrollo de vacunas y fármacos. La capacidad de la IA para analizar grandes conjuntos de datos genómicos y estructurales permite identificar con mayor eficacia posibles fármacos candidatos. Esta innovadora aplicación no sólo agiliza el proceso de descubrimiento, sino que abre nuevas posibilidades en la creación de tratamientos para enfermedades emergentes o desconocidas que puedan surgir en entornos extremos como el Ártico y el deshielo del permafrost.

6.4. Fortalezas del perfil competitivo, empresas farmacéuticas, investigaciones y capacidades científicas de la UE

Europa fue líder en la evolución moderna y comercial de los nuevos medicamentos a finales del XIX y durante todo el siglo XX. Pese a la pérdida de liderazgo europeo actual, varias de las empresas que desempeñaron un papel clave en la configuración de la posición europea siguen siendo actores importantes en el escenario mundial. La Unión Europea está obligada a fomentar el potencial de sus empresas farmacéuticas, pues son un sector con una capacidad de generación de riqueza fuera de toda duda (Figura 7).

DATOS GENERALES DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EN LA UE-15 (2016)						
País	Número de laboratorios (1)	Producción (millones €) (2)	Empleo	Ventas Internas (PVL) (millones €) (3)	Comercio Exterior (PVL) (millones €) (4)	
					Importación	Exportación
Alemania	304	29.197	115.663	30.815	44.721	69.513
Austria	116	2.737	14.634	3.657	8.349	8.405
Bélgica	122	12.821	35.250	4.771	33.506	40.723
Dinamarca	33	14.219	26.963	2.446	3.604	12.301
España	183	15.144	41.102	15.595	13.201	10.497
Finlandia	45	1.721	4.792	2.333	2.011	840
Francia	255	19.040	98.796	28.362	23.141	28.271
Grecia	65	895	16.800	4.890	2.853	1.059
Holanda	43	6.180*	17.900	5.052	21.085	28.495
Irlanda	46	19.305*	26.373*	1.977	6.238	30.169
Italia	186	30.010	64.400	25.959	22.124	20.524
Portugal	118	1.686	7.400	2.983	2.429	1.131
Reino Unido	69	22.445	61.000	20.774	30.066	30.318
Suecia	90	7.302	11.012*	2.917	3.923	7.308
Total UE-15	1.675	182.702	542.075	152.531	217.251	289.554

Figura 7: Farmaindustria a partir de EFPIA y EUROSTA. 2016

En la misma línea, el gráfico siguiente (figura 8) muestra el valor de marca de las diez compañías farmacéuticas más importantes. Pues de las diez, tres de ellas son europeas: las alemanas Bayer y Merck and co, y la francesa Sanofi.

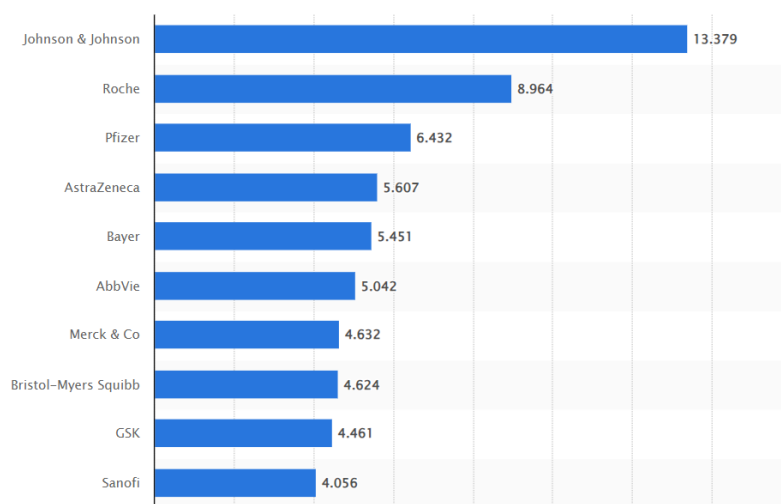


Figura 8: Ranking mundial de las principales empresas farmacéuticas por valor de marca en 2022(en millones de dólares) Fuente Statista 2023

Para las compañías farmacéuticas, el ártico puede aportar importantes oportunidades en el desarrollo de nuevas posibilidades de crecimiento, y por tanto de negocio. Pero para ello será necesaria una investigación científica que no está al alcance de todas las compañías, y es ahí donde la Unión Europea puede suministrar un importante soporte en la realización pionera de investigaciones que puedan tener trayectoria dentro del mundo empresarial, en un marco de sinergias publico privadas que mejoren la competitividad del sector.

Estas sinergias ya se dieron, a nivel europeo, en pocas recientes para luchar contra la pandemia COVID-19, momento en el que fue necesario aunar conocimientos cuando trece compañías farmacéuticas en Europa compartieron sus avances para acelerar una posible terapia frente al coronavirus. Los laboratorios colaboran junto a organismos públicos dentro de la Iniciativa de Medicamentos Innovadores, el programa de colaboración público-privada más grande del mundo, hasta entonces, en el campo de la salud. Las investigaciones incluyeron medicamentos antivirales, tratamientos para aliviar los síntomas y diagnósticos de laboratorio para la detección de portadores y personas sintomáticas.

La farmacéutica dentro de la Unión Europea es una de las industrias que más se beneficia de las inversiones de recursos para promover la investigación. Además, están disponibles una serie de incentivos para que ésta se mantenga como una de las industrias más importantes. Entre otros, los contratos de exclusividad que promueven la transferencia de conocimiento entre compañías y los institutos académicos con financiación pública, las patentes que promueven innovación previa para crear monopolios posteriores, y los incentivos financieros o de mayor exclusividad para investigar las enfermedades huérfanas o raras.

En la actualidad, hay varias farmacéuticas que tienen proyectos en el Ártico. Estos proyectos se centran en dos áreas principales: la exploración de recursos naturales como fuente de materias primas para la fabricación de medicamentos y la investigación de nuevos medicamentos.

En el ámbito de la exploración de recursos naturales, las farmacéuticas están interesadas en el Ártico como fuente de materias primas para la fabricación de medicamentos. El Ártico es rico en minerales, como el níquel, el cobalto y el litio y estos son de utilidad no sólo para uso farmacéutico, también para otras actividades industriales que se indicaran a continuación.

El litio puede usarse en dos grandes categorías: En primer lugar, el segmento de baterías de ion-litio, ampliamente usadas en vehículos eléctricos, artículos electrónicos y sistemas de almacenamiento energético. En segundo lugar, están lo que podemos llamar “usos tradicionales” de litio, que incluyen vidrios y cerámicas, grasas y lubricantes, sistemas de aire acondicionado y productos farmacéuticos, entre otros.

Rosatom está estudiando la posibilidad de abrir una mina en la península de Kola para 2030. Este yacimiento, llamado Kolmozero, se encuentra dentro del círculo polar ártico. Además, también en el círculo polar ártico, la empresa sueca Artic Minerals AB ha reservado otros terrenos explotables. Es de interés apuntar el alto impacto ecológico de la extracción del litio, pues se necesitan unos dos millones de litros de agua para producir una tonelada de litio.

Las propiedades del cobalto son de gran interés para muchos sectores industriales. El cobalto se utiliza para la producción de maquinaria industrial.

Además, el cobalto tiene un papel importante en la producción de los dispositivos electrónicos que utilizamos diariamente, como es el caso de los smartphones, tablets o portátiles. La función del cobalto en electrónica es tratar de incrementar el rendimiento del litio en las baterías y, como resultado, aumentar la autonomía de los dispositivos electrónicos. También destaca uno de sus isótopos radioactivos, conocido como cobalto-60, el cual se utiliza en radioterapia para tratar algunos tipos de cáncer.

El níquel es uno de los metales más famosos en la fabricación de monedas en distintos países. Igualmente, gran parte de las baterías y pilas que se compran en las tiendas se construyen con níquel, y muchos vehículos híbridos usan el níquel como metal en las baterías de hidruro. En relación con su uso en las empresas farmacéuticas se utiliza en aleaciones resistentes a la corrosión.

En la actualidad existe un proyecto de la compañía sueca Arctic Mining, para la explotación de un yacimiento de níquel en el norte de Noruega. El Círculo Polar Ártico ya ha soportado gran parte del coste de los materiales para los vehículos eléctricos, ya que la mina de níquel Norilsk, el lugar más contaminado del mundo, proporciona el material que está sustituyendo al problemático cobalto.

La explotación minera de elementos como el litio, níquel y cobalto con aplicaciones en las compañías farmacéuticas, lejos de ser una industria sostenible plantean para el medio ambiente graves amenazas y no va a resultar fácil para la política europea sumergirse en el fomento de estas explotaciones mineras en la zona ártica. Hay que tener en cuenta que la UE estableció ya hace años una política ártica que se centra en tres pilares: protección del clima, desarrollo sostenible y cooperación.

Por el contrario, la investigación de los microorganismos árticos puede suponer a la Unión Europea posibilidades de desarrollo de sus empresas farmacéuticas dentro de unos márgenes de conservación del medio ambiente y de sostenibilidad razonables.

Además, en el ámbito de la investigación de nuevos medicamentos, las farmacéuticas están interesadas en las plantas y los animales del Ártico, como posibles fuentes de nuevos compuestos farmacológicos. El Ártico es un entorno único con una gran diversidad biológica, y se cree que sus plantas y animales pueden contener compuestos con propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas o antivirales. Una explotación de estos recursos podría hacerse también dentro del respeto por el medio ambiente y la sostenibilidad.

Entre los ejemplos de proyectos de investigación farmacéutica en el Ártico destacan:

- Un proyecto de la compañía danesa Novo Nordisk, que está investigando plantas del Ártico para el desarrollo de nuevos medicamentos para la diabetes.
- Un proyecto de la compañía estadounidense Amgen, que está explorando los efectos de los lípidos de las focas árticas en el tratamiento de la artritis.

- Un proyecto de la compañía canadiense Aurora Cannabis, que está cultivando cannabis en el Ártico para el desarrollo de nuevos medicamentos para el dolor y la ansiedad.

En una apuesta decidida por la investigación científica en el ártico, se ha llevado a cabo la financiación por parte de la Unión Europea de numerosos proyectos de investigación. Ya en el 2008, la Comisión Europea publicó una comunicación sobre la UE y el Ártico, que establecía los objetivos y prioridades de la UE en la región. Desde entonces la financiación en el ártico ha sido una constante, que ha incluido proyectos sobre cambio climático, biodiversidad, energía y seguridad marítima.

Es de interés considerar en este punto que cuando una compañía farmacéutica pretende la introducción de medicinas en el mercado se ha recorrido un largo proceso de investigación y desarrollo.

Se estima que para que un medicamento alcance el estado de venta debe transcurrir un periodo de aproximadamente 13 años desde la primera síntesis del activo o sustancia. Por su parte, el coste en I+D de una nueva sustancia química o biología se estima en aproximadamente 1,926 millones de euros, en una estimación del año 2013. Por ello, la investigación farmacéutica en la Unión Europea es un sector que necesita del apoyo de la inversión pública en investigación para ser competitivo frente a otros países.

Además de la inquietud en beneficio futuro del sector farmacéutico, la investigación en el Ártico puede generar capacidades para luchar por el medio ambiente ártico y su sostenibilidad. Pues es necesario que la ciencia ayude a conocer y cuantificar la amenaza del deshielo del permafrost. El deshielo podría liberar materiales biológicos, químicos y radiactivos que han permanecido secuestrados durante decenas o cientos de miles de años. Al reintroducirse en el medio ambiente, estos componentes pueden alterar el funcionamiento de los ecosistemas, reducir las poblaciones de especies únicas de la fauna ártica y poner en peligro la salud humana.

La financiación relacionada con el Ártico de la UE se canaliza a través de varios programas e iniciativas, pero en relación con la investigación científica la UE apoyará la ciencia ártica con cargo al programa Horizonte Europa 2021-2027. En relación con el programa anterior, Horizonte 2020, se han invertido alrededor de 200 millones de euros en investigación relacionada con el Ártico, entre 2014 y 2020. Varios proyectos financiados por Horizonte 2020 siguen en curso, y darán lugar a nuevos proyectos con cargo a Horizonte Europa (figura 9). Horizonte Europa es por tanto el principal programa de financiación de la investigación y la innovación de la UE en años venideros, y cuenta con un presupuesto global de 95.500 millones de euros.

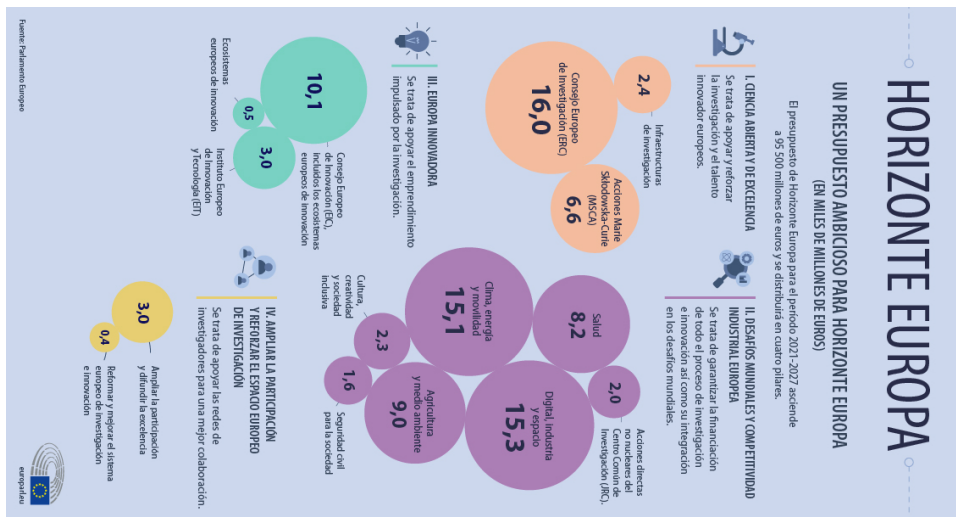


Figura 9: Distribución del presupuesto del programa de investigación Horizonte Europa.

El programa refuerza el impacto de la investigación y la innovación en el desarrollo, y apoya la creación y mejor dispersión de conocimientos y tecnologías, como las que puedan desarrollarse en el ámbito del sector farmacéutico. Sus objetivos principales son reforzar la ciencia y tecnología, estimular la competitividad industrial y lograr los propósitos de desarrollo sostenible de la ONU. Pero es que además el nuevo programa continuará apoyando la investigación sanitaria y ayudará a los sistemas sanitarios de la UE a prepararse ante futuras pandemias.

El deshielo ártico estaría generando una explosión importante de bacterias y virus que han permanecido en estado letárgico durante miles de años, cuya investigación abrirá nuevos vectores de conocimiento en el mundo de la ciencia. Por ello, se puede considerar que el deshielo puede generar importantes nichos de investigación en relación con los microorganismos en el ártico, ya sean virus o bacterias. Y en relación con la investigación de estos hay que señalar que el programa Horizonte Europa pretende apoyar innovaciones revolucionarias ayudando a crear nuevos servicios y mercados.

En paralelo a la inversión en investigación científica de la Unión se lleva a cabo el refuerzo de la colaboración entre la UE y los EE. UU. en el ámbito de los medicamentos. El objetivo es reforzar los procesos reguladores y facilitar el intercambio de información para mejorar la eficiencia y eficacia del desarrollo y aprobación de medicamentos. Esta colaboración pretende racionalizar y armonizar los esfuerzos, garantizando el acceso oportuno a medicamentos seguros y eficaces. Se hace hincapié en fomentar la innovación, abordar los retos de la salud pública y promover la armonización mundial de las normas reguladoras. Por lo que las inversiones en investigaciones en el ártico pueden contar con sinergias en el mismo campo al otro lado del Atlántico.

6.5. Fortalezas derivadas de la ética en la sociedad europea actual

La ética en el Ártico es un tema complejo que involucra a muchos actores y diferentes cuestiones. El cambio climático, la explotación de recursos naturales, la protección de la biodiversidad y los derechos de los pueblos indígenas son solo algunos de los temas más importantes que se discuten en el contexto ártico.

Aunque el Ártico está sufriendo las mismas consecuencias, que genera el cambio climático para el resto del planeta, y ha dejado de ser ese medio natural alejado de la mano del hombre, existe un consenso internacional en mantener el Ártico como una zona de baja tensión, proteger su frágil medio ambiente y protegerlo del cambio climático.

El consenso y cooperación internacional tienen fuertes debilidades de la mano de los diferentes actores con intereses geoestratégicos en el Ártico, pero desde la Unión Europea se tiene siempre presente que cualquier intervención tiene que estar supeditada a un interés mayor que es, preservar el medio natural del ártico.

Josep Borrell, Alto Representante de la Unión Europea para Asuntos Exteriores y Política de Seguridad y vicepresidente de la Comisión, ha dejado ya constancia en varias ocasiones de la dualidad que tienen las políticas de la Unión entre los intereses en el ártico y protección del medio ambiente. En esta línea son significativos los párrafos que se muestran a continuación, extraídos del Blog del Servicio Diplomático de la Unión Europea que firma el Alto Representante (2021), que lleva por título, “El Ártico, una región clave para la UE y la seguridad mundial”:

...” Necesitamos un equilibrio entre la necesidad de precaución y la conservación del medio ambiente, y el deseo de utilizar y desarrollar económicamente las regiones árticas y sus recursos en beneficio de la población local.” ...

...” A medida que Europa avance hacia un futuro neutro en carbono, necesitará suministros de minerales de importancia fundamental, muchos de los cuales están presentes en las regiones árticas. En este contexto especialmente frágil será esencial, por supuesto, llevar a cabo evaluaciones de impacto ambiental estrictas.”

...” La Unión Europea está actualizando su política ártica teniendo muy presente este complicado rompecabezas. Presentaremos la política ártica actualizada en otoño, para llevar nuestro compromiso con la región al siguiente nivel.”

Desde un punto de vista ético, parecen claras las limitaciones que la política de la Unión ha establecido para la región ártica, y este “sí” a la explotación e investigación de la región ártica, necesita en paralelo estar supeditado a otro principio superior, que es la máxima protección al medio ambiente ártico. Esta perspectiva ética del medio ambiente va de la mano de un comportamiento, que sea consciente de los valores del mundo natural y asegure una preservación o restauración de estos valores, y que perdure en años venideros.

Esta perspectiva de futuro, que también respira la Unión Europea, queda ampliamente plasmada en estudios éticos como el desarrollado por Attfield R. (1997): ... *“Si la ética tiene por misión proteger al “otro”, vulnerable y frágil, y aunque los individuos futuros no estén presente al mismo tiempo que nosotros, deberíamos considerar sus intereses morales, porque sus capacidades, vulnerabilidades y necesidades no deberían ser sustancialmente distintas de las nuestra.”*

La posición de la política de la Unión Europea tendrá su traslación a una inversión en proyectos de investigación, que sean pioneros en diversas materias, y que supongan el embrión de futuros desarrollos industriales, como el que se plantea en el presente trabajo en relación con el Ártico (el deshielo ártico, oportunidad para la Unión Europea con la investigación de microorganismos surgidos de las nuevas condiciones climáticas). Posteriormente, la industria farmacéutica desarrollará un aprovechamiento económico de las investigaciones y los descubrimientos resultado del estudio del medio natural.

6.6. Fortalezas de la investigación científica, camino ya recorrido de proyectos y órganos de investigación biológica en el Ártico.

6.6.1. MabCent-SFI

Se configura como uno de los catorce centros de innovación en investigación iniciados por el Consejo de Investigación de Noruega. Es el único del campo de los compuestos bioactivos y el descubrimiento de fármacos que se basa en bioactivos de organismos marinos. El *MabCent-SFI* se centra en los bioactivos de organismos árticos y subárticos.

En 2011, el MabCent había probado unos 200.000 extractos, encontrando varios cientos de "éxitos". A través de la investigación, algunos de estos éxitos se convertirán compuestos caracterizados que se sabe que poseen efectos biológicos de interés.

6.6.2. CORDIS UE

El definido como Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo (CORDIS) es la principal fuente de la Comisión Europea de los resultados de los proyectos financiados por los programas marco de investigación e innovación de la UE, desde el 1PM hasta Horizonte Europa.

Su objetivo es promover los resultados de investigación a los profesionales del sector para fomentar la ciencia abierta, crear productos y servicios innovadores y estimular el crecimiento en toda Europa. En fecha de 2008 investigadores noruegos realizaron inmersiones en el Océano Ártico para dar con nuevos compuestos que puedan transformarse en fármacos con los que tratar una amplia gama de enfermedades y trastornos, como las infecciones bacterianas, el cáncer y la diabetes. El analgésico Prialt es un ejemplo de fármaco de origen marino que contiene un compuesto activo producido por el caracol cónico marino *Conus magus*, que lo utiliza para paralizar a los peces. Actualmente ese mismo compuesto se utiliza por la medicina como analgésico para aliviar el dolor crónico.

El equipo científico de Tromsø centra sus esfuerzos en especies que habitan en los mares que rodean el Ártico. La Dra. Andersen, opina que el Ártico es un medio extraordinario, las especies de esa región han desarrollado una serie de mecanismos fisiológicos y bioquímicos para sobrevivir en el severo medio ártico, y los científicos confían en dar con material de utilidad clínica.

Científicos de diversas especialidades, así como Pymes del sector farmacológico colaboran actualmente en la selección de organismos marinos árticos con el fin de encontrar sustancias útiles para la fabricación de medicamentos novedosos y de gran interés.

6.6.3. Proyecto Miracles

El Proyecto Miracles, es un proyecto europeo de I+D con orientación industrial para el desarrollo de biorrefinerías multiproducto que permitan la producción de especialidades a partir de microalgas. El objetivo es trabajar para el desarrollo de tecnologías de bio refinado que permitan su aprovechamiento en alimentación, acuicultura y productos no alimentarios.

La atención se centra en el desarrollo e integración de procesos de disrupción (lisis/rotura) celular leve con procesos de extracción y fraccionamiento respetuosos con el medio ambiente, incluyendo las pruebas de funcionalidad y formulación de productos a base de las cepas de alga obtenidas por los procesos establecidos.

Miracles está integrado por 25 socios participantes europeos (a quienes se suma la UA y CICITEM). Del total, 11 son organizaciones de investigación europeas y la parte industrial está compuesta por 12 pymes.

Una de las empresas socias del proyecto es la multinacional Unilever, empresa del área biotecnológica y farmacéutica, por eso, algunas de las microalgas que se aíslan después de la campaña de prospección, serán traspasadas a esta empresa para su aplicación y generación de nuevos productos.

6.6.4. PharmaSea

Dos de los objetivos principales de este proyecto consiste en la búsqueda de nuevos antibióticos a partir de bacterias marinas nuevas y el descubrimiento de medicamentos para enfermedades neurológicas, inflamatorias e infecciosas.

Según la Dra. Camila Esguerra, miembro del equipo de investigación industrial y profesora en el Laboratorio de Biodescubrimiento Molecular de la Universidad de Lovaina (Bélgica), PharmaSea no solo explorará nuevos territorios en los fondos oceánicos, sino que también examinará nuevas áreas del "espacio químico". Gracias a la extensa plataforma de bioensayos innovadores con los que cuentan para la detección de actividad medicinal, su propósito es analizar multitud de compuestos químicos únicos procedentes de muestras marinas desconocidas, con la idea de encontrar nuevos medicamentos precursores de gran atractivo científico.

6.6.5. Fortalezas de la investigación científica española en el Ártico

En España existen unas Directrices para una estrategia polar española. En el punto 3 en referencia a los *aspectos geoestratégicos* se menciona:

“Apoyar la participación de España en todos los organismos polares relevantes para asegurar su presencia en los campos de su interés, como son la investigación científica, la protección ambiental, las reservas naturales, la energía, la industria, sus recursos, las tecnologías polares, la bioprospección, el turismo, el transporte, la pesca y el apoyo a la forma de vida y culturas de las poblaciones autóctonas árticas”.

Del total, 11 son organizaciones de investigación europeas, encontrándose la Fundación Canaria Parque Científico Tecnológico de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; Universidad de Huelva; y el CSIC, como instituciones públicas españolas participantes.

España está presente en el proyecto europeo de I+D Miracles con la participación de tres pymes: *Natac Biotech SL*, especializada en extractos vegetales, la empresa *ID Consortium*, consultora especializada en actividades de investigación científica; y *Fitoplancton Marino SL*, la única empresa productora de microalgas a escala industrial del consorcio.

6.7. Debilidades: Problemáticas jurisdiccionales, Derecho Nacional e Internacional en el Ártico

Con una masa terrestre que supera los 25 millones de kilómetros cuadrados, el Ártico es una de las regiones geográficas más extensas del mundo.

Esta parte del planeta está sujeta a dos categorías de derecho: el derecho nacional, predominante en la región ártica y ejercido por los ocho⁹ estados árticos en sus territorios, con fronteras definidas, si bien presentan alguna que otra disputa territorial; y el derecho internacional, aplicado en altamar y en la Zona internacional de los fondos marinos y oceánicos.

Todos los países del Círculo Polar Ártico tienen derecho sobre el suelo marino próximo a sus costas. También pueden establecer zonas económicas exclusivas, hasta 200 millas náuticas (370 kilómetros) desde la costa. Los países pueden extender estas zonas si demuestran que su masa terrestre va más allá dentro del agua (figura 10).

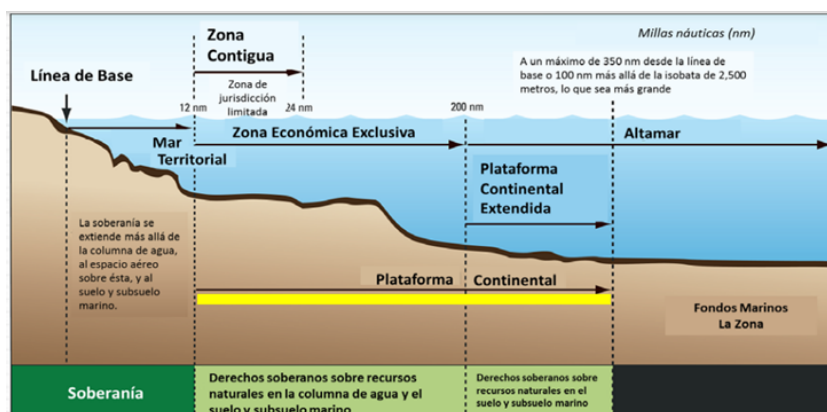


Figura 10: Delimitación de las zonas de jurisdicción y soberanía de los estados. Secretaría de relaciones exteriores de los Estados Unidos de México,

⁹ Los cinco Estados árticos ribereños del océano Ártico –Canadá, Reino de Dinamarca (por Groenlandia), Estados Unidos de América (por el Estado de Alaska), Federación de Rusia y Reino de Noruega– y los tres Estados árticos no ribereños –República de Finlandia, Reino de Suecia e Islandia– aplicarán la legislación sobre sus territorios en los espacios terrestre, aéreo y marítimo en los siguientes ámbitos: protección medioambiental, navegación y pesca, explotación de hidrocarburos en las plataformas continentales, explotación minera y actividades turísticas.

La Autoridad Internacional de los Fondos Marinos, entidad creada por la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM), es el organismo encargado de administrar, a nombre de la humanidad, la denominada Zona (fondos marinos y oceánicos y su subsuelo fuera de los límites de la jurisdicción nacional). En relación con la jurisdicción nacional de los estados en el Derecho Público Internacional se ha definido el concepto de plataforma continental¹⁰.

El espacio ártico sujeto al derecho internacional es la altamar y la Zona, áreas marinas exclusivamente. Ello no es impedimento legal para que los buques y aeronaves que se encuentren en dichos espacios estén sometidos a la jurisdicción del Estado del pabellón. Además, es de interés señalar que existe una reglamentación adoptada fundamentalmente por los grupos de trabajo del Consejo Ártico para suplir las carencias de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM)¹¹, por tratarse de un instrumento de carácter general y, por tanto, no adaptado al ártico.

En el Ártico existen disputas territoriales (figura 11) como la que sostiene Estados Unidos, desde que se hizo con Alaska en 1867, pues reclama un trozo del pastel ártico que entra en disputa con el territorio canadiense y mantiene posturas enfrentadas por las aguas del Paso del Noroeste, aguas interiores de Canadá si aplicamos la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM); sin embargo, Estados Unidos alega que se trata de un estrecho internacional al conectar dos mares diferentes, y que por tanto no pueden ser consideradas aguas interiores. Conviene recordar que Estados Unidos no ha ratificado el CNUDM.

10 Prolongación sumergida del territorio sobre la que el Estado costero ejerce derechos soberanos para la explotación de los recursos (yacimientos petrolíferos, etc...). El límite extremo de la plataforma continental es (según la Convención de Ginebra sobre la Plataforma Continental) el punto en que la profundidad de las aguas no permite ya la explotación de los recursos. Pero la Conferencia del Derecho del Mar ha admitido, para la plataforma continental, un límite horizontal de 200 millas (con posibilidad de mayor extensión en ciertos casos).

11 La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar fue adoptada en 1982. Establece un exhaustivo régimen de ley y orden en los océanos y mares del mundo, emanando reglas que rigen todos los usos posibles de los océanos y sus recursos. La Convención agrupa en un solo instrumento las reglas tradicionales para los usos de los océanos y, al mismo tiempo, introduce nuevos conceptos jurídicos y regímenes y aborda nuevos retos. El Convenio también proporciona el marco para el desarrollo futuro de áreas específicas del derecho del mar.

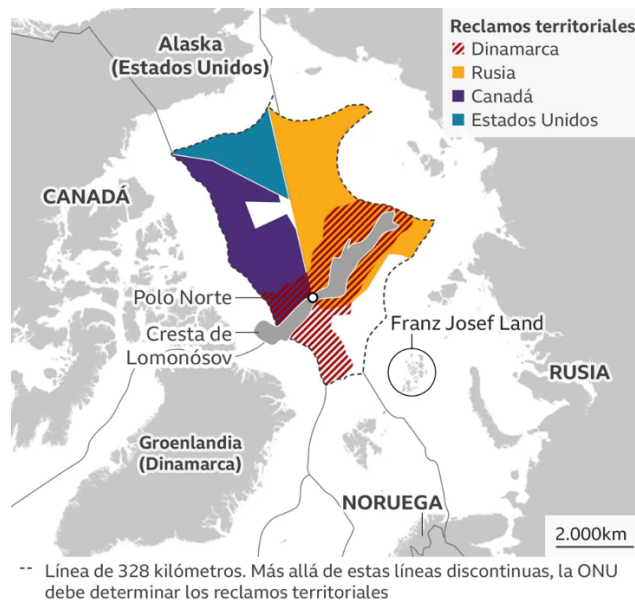


Fig. 11: Disputas territoriales en el Ártico, fuente Universidad de Durham, Ministerio de Relaciones Exteriores de Dinamarca.

Actualmente existe una disputa sobre una cresta de 1.721 kilómetros de montañas bajo el mar llamado la Cresta de Lomonósov, que atraviesa el Polo Norte. Canadá, Rusia y Groenlandia reclaman este territorio como suyo. Quien tenga éxito también podría reclamar 55.000 millas cuadradas de mar alrededor del Polo Norte.

Respecto a la denominada “Zona” del Ártico, que comprende aquellas áreas fuera de las demarcaciones y jurisdicciones nacionales, la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM) ha declarado a determinadas áreas de la zona ártica como de patrimonio común de la humanidad, en su artículo 137¹².

China ha hecho valer en más de una ocasión este patrimonio mundial y es uno de los argumentos que la sostienen como país con representación en los foros internacionales relacionados con el Ártico. En esta línea, China es uno de los países con el estatus de observador dentro del Consejo Ártico, entre los que también se encuentran España.

El Ártico es una zona importante para la investigación científica y medioambiental, ya que es relativamente virgen. Sin embargo, la aparente pureza del medio ambiente puede ser engañosa y la contaminación de origen local y lejano afecta de forma importante a la región, razón por la cual la protección normativa del medio ambiente es una necesidad.

¹² Artículo 137, Condición jurídica de la Zona y sus recursos ... artículo 137.2 Todos los derechos sobre los recursos de la Zona pertenecen a toda la humanidad, en cuyo nombre actuará la Autoridad. Estos recursos son inalienables....

En relación con esta protección del medio ambiente y la legislación aplicable, tal y como apunta Guede Reques (2020) debe buscarse el binomio entre derecho internacional y de los instrumentos de carácter jurídico del Consejo Ártico: *“La protección del ecosistema ártico se lleva a cabo mediante la aplicación del derecho del medio ambiente, rama del derecho internacional originada a propósito de los asuntos árticos, del derecho del mar y de los instrumentos jurídicos específicos del Consejo Ártico, que deben emplearse de una manera coordinada para lograr una protección efectiva. Esta custodia tiene su origen en los encuentros de los ocho Estados árticos que comenzaron a sucederse en 1989 y culminaron en la Declaración de Rovaniemi de 1991, en la cual se adoptó la Estrategia Ártica de Protección Medioambiental, que se formalizó en 1996 en una cooperación circumpolar institucionalizada a través del Consejo Ártico”*.

Se puede afirmar, además, que las leyes nacionales de los Estados árticos proporcionan el marco para la protección del medio ambiente. Sin embargo, los tratados y normas mundiales influyen cada vez más en el contenido de las leyes nacionales y, por tanto, esta influencia tiene cada vez más peso específico en la regulación normativa para la protección del medio ambiente.

La gestión sostenible de las aguas de alta mar del Ártico, fuera de las jurisdicciones nacionales, son responsabilidad mundial y, por tanto, también incumbe a la Unión Europea. Además, tres países árticos son también Estados miembros de la UE: Dinamarca, Suecia y Finlandia. Por otra parte, la Unión Europea mantiene una relación estrecha con Islandia y Noruega, como miembros del Espacio Económico Europeo, y países como Canadá y los Estados Unidos son socios estratégicos de la UE.

Josep Borrell, Alto Representante de la Unión Europea para Asuntos Exteriores y Política de Seguridad y vicepresidente de la Comisión, declaró *«El Ártico está cambiando rápidamente, debido al impacto del calentamiento global, la creciente competencia por los recursos naturales y las rivalidades geopolíticas. Estos acontecimientos demuestran que Europa necesita definir ampliamente sus intereses geopolíticos para promover la estabilidad, la seguridad y la cooperación pacífica en el Ártico»*.

6.8. Debilidades derivadas de la dependencia de suministro externo

A su vez, la pandemia puso en énfasis la dependencia de la UE del suministro de ingredientes farmacéuticos activos o APIs¹³ y materias primas importadas de terceros países como China e India y expusieron los riesgos para Europa a nivel de seguridad y disponibilidad de medicamentos.

En este sentido, la UE y su dependencia a proveedores externos impulsan la necesidad de establecer medidas dirigidas a reducir la vulnerabilidad de la UE en términos de suministro farmacéutico y potenciar su autonomía.

6.9. Debilidades derivadas de la ausencia de normativa que impulse el sector farma e I+D

A nivel regulatorio, a pesar de la asignación de recursos para respaldar la industria y la competitividad europea, destaca la ausencia de políticas que beneficien al sector farmacéutico, pese a ser uno de los principales contribuyentes al superávit comercial de la UE. En este sentido, las políticas y regulaciones actuales en materia farmacéutica, influenciadas por la pandemia de Covid-19 y la dependencia de proveedores externos se centran más en la capacidad resiliente de la fabricación y obstaculizan la innovación y el crecimiento, de manera que no benefician precisamente a la capacidad innovativa del sector farmacéutico europeo.

Hay que destacar que el poder económico de Europa en el ámbito farmacéutico radica principalmente en su capacidad para encabezar la innovación con vistas al desarrollo de futuros medicamentos y tratamientos.

En este sentido, para restaurar la competitividad del sector este debe centrarse en la innovación y la capacidad de liderazgo del desarrollo de medicamentos, en lugar de centrarse únicamente en la fabricación y producción de otros obsoletos.

En respuesta a estos retos, la Comisión europea en 2020 lanzó la Estrategia Farmacéutica para Europa, centrada en apoyar la competitividad, innovación y sostenibilidad de la industria farmacéutica de la UE y el desarrollo de medicamentos de alta calidad, seguros, eficaces y accesibles para la población. Con ello lo que pretende es reforzar la posición europea en el sector farmacéutico, colocar a Europa en la vanguardia del desarrollo y suministro de medicamentos y vacunas del futuro.

¹³ Por sus siglas en inglés, *Active Pharmaceutical Ingredient*. Según la OMS, un API hace referencia a aquellos ingredientes o sustancias farmacéuticas que son eventualmente potenciales para convertirse en medicamento.

La estrategia descrita sirve de instrumento político y como mecanismo dirigido a abordar cuestiones críticas y adaptar el sistema farmacéutico de la UE a la evolución de las necesidades en los próximos años. La importancia de restaurar la competitividad del sector farmacéutico europeo es clave para fortalecer la posición competitiva de Europa a nivel mundial mediante un enfoque *proactivo en innovación y autonomía estratégica*.

6.10. Debilidades éticas derivadas de la investigación científica y del sector farmacéutico europeo

La industria farmacéutica desarrollará un aprovechamiento económico de las investigaciones y los descubrimientos resultado del estudio del medio natural. Durante este proceso entrarán en juego, primero, las consideraciones éticas que susciten las investigaciones científicas, y más tarde, las cuestiones éticas relacionadas con la actividad de las empresas farmacéuticas.

Ser ético en la investigación científica significa garantizar la precisión de la investigación. En relación con esta precisión debería apuntarse como señala Luis Franco Vera (2012), en lo que considera un principio ético de la investigación, que *“Todo lo que es reprochable desde un punto de vista científico, lo es también desde un punto de vista ético”*. Pero los investigadores deben ser conscientes también de los posibles daños que podrían derivarse de sus estudios, y tener en cuenta las implicaciones sociales y culturales de su trabajo.

La manera de regular el trabajo de investigación desde la ética es la elaboración de códigos deontológicos. Estos códigos, si bien no son suficientes para resolver los dilemas éticos a los que se enfrentan los investigadores en el ejercicio de su profesión, si son una primera aproximación a las controversias éticas surgidas durante las investigaciones.

Es importante delimitar la relación de los investigadores con los códigos deontológicos y dilemas éticos que surgen en el proceso de investigación, así como las conductas éticamente inaceptables en un medio tan sensible a la crítica social como lo es el medio natural ártico, que está sometido a la mirada atenta de numerosos colectivos y organizaciones no gubernamentales, así como la observación de la actividad por estados con importantes intereses geoestratégicos.

En la investigación científica ártica, nos encontramos con una profesión que proporciona un bien social concreto, consistente en la generación y actualización sistemática y fundamentada de conocimiento del medio natural ártico. Existe por tanto una íntima relación entre investigación y ética entendida como deber de

aportar un conocimiento que se oriente hacia el bien social en tiempos actuales y venideros en la región ártica.

El sector farmacéutico es necesario para investigar, producir y comercializar medicamentos, y es uno de los sectores más rentables de la economía mundial. Cuando las investigaciones científicas se desarrollan dentro de la industria farmacéutica cuentan con dilemas éticos añadidos. La naturaleza empresarial del mundo farmacéutico obliga a otras consideraciones que no están relacionadas con el mundo natural, y que exigen lograr un equilibrio entre la protección de patentes y el acceso sin limitaciones por la sociedad a los productos farmacéuticos, defender los estándares éticos en los ensayos clínicos, y generar una publicidad éticamente responsable de sus productos cuando se ofertan al consumidor. La empresa farmacéutica se enfrenta al reto que suponen por un lado la defensa de la propiedad intelectual y de los logros alcanzados con inversiones millonarias, y por otro la de facilitar sin criterios de rentabilidad el acceso a medicamentos genéricos que pueden salvar miles de vidas.

6.11. Amenazas: otros actores implicados, evaluación y potencial científico de terceros

Las amenazas del deshielo en el Ártico se pueden dividir en dos categorías principales:

Las amenazas para la salud pública, donde el deshielo está provocando un aumento de los riesgos de enfermedades y patógenos emergentes, como se ha explicado anteriormente. Por otro lado, las amenazas para el medio ambiente, donde el deshielo está provocando cambios en el ecosistema ártico, lo que podría tener un impacto negativo en la biodiversidad y los recursos naturales de la región.

Además de los países árticos, otros actores también están implicados en el cómo el sector privado, donde las empresas están interesadas en el Ártico por sus recursos naturales, como el petróleo, el gas natural y los minerales. Las Organizaciones no gubernamentales: Las organizaciones no gubernamentales trabajan para proteger el medio ambiente ártico y las comunidades indígenas que viven en la región.

Además de los riesgos naturales, el deshielo en el Ártico también está siendo impulsado por las actividades humana donde los países con soberanía en el Ártico, Rusia, Canadá, Estados Unidos, Noruega, Dinamarca (a través de Groenlandia) e Islandia están compitiendo por los recursos naturales del Ártico, lo que podría aumentar la contaminación y los riesgos para la salud.

Por su parte, las empresas privadas están explorando los recursos naturales del Ártico, lo que podría aumentar el riesgo de contaminación y accidentes. Las organizaciones internacionales como la Organización Marítima Internacional (OMI) está trabajando para desarrollar normas para la navegación en el Ártico, lo que podría ayudar a reducir el riesgo de contaminación.

Por otro lado, Rusia, China y Estados Unidos son los países con mayor potencial científico en el Ártico. Estos países están invirtiendo en investigación y desarrollo para aprovechar los recursos naturales de la región.

Rusia tiene una larga historia de presencia en el Ártico. El país tiene una extensa infraestructura en la región, incluyendo bases militares, puertos y plataformas de perforación. Rusia está invirtiendo en investigación para desarrollar nuevas tecnologías para la exploración y explotación de los recursos naturales del Ártico.

China es un nuevo actor en el Ártico. El país está aumentando su presencia en la región, incluyendo el establecimiento de bases militares y el envío de buques de investigación. China está invirtiendo en investigación para desarrollar nuevas tecnologías para la exploración y explotación de los recursos naturales del Ártico.

Estados Unidos es un actor tradicional en el Ártico. El país tiene una extensa infraestructura en la región, incluyendo bases militares, puertos y plataformas de perforación. Estados Unidos está invirtiendo en investigación para desarrollar nuevas tecnologías para la exploración y explotación de los recursos naturales del Ártico.

La resistencia a los antibióticos es una amenaza para la salud pública. Las bacterias se están volviendo cada vez más resistentes a los antibióticos, lo que hace que sea más difícil tratar las infecciones. El deshielo en el Ártico podría agravar el problema de la resistencia a los antibióticos. Esto se debe a que el deshielo podría liberar patógenos antiguos que son resistentes a los antibióticos actuales.

6.12. Amenazas al avance científico y pérdida de liderazgo europeo

El sector farmacéutico es el de los más competitivos a nivel mundial, el cual en 2022 registró un crecimiento valorado en los 1.48 trillones de dólares. Según la Federación Europea de Industria y Asociaciones Farmacéutica (EFPIA)¹⁴ en 2022, la industria farmacéutica europea invirtió aproximadamente 44,500 millones de euros en I+D constituyéndose como uno de los sectores más importantes y contribuyentes en la economía europea, aportando más de 215,000 millones de euros a la balanza comercial de la UE de los 27. La producción superó los 340,000 millones de euros y, los niveles de exportación e importación registraron totales de 670,000 y 455,000 millones de euros respectivamente. Además, durante la pandemia del Covid-19, la industria farmacéutica ha sido un actor clave en el desarrollo de vacunas y medicamentos.

Europa enfrenta una serie de desafíos que ven afectada su competitividad y posición a nivel mundial. En la última década, destaca el fuerte dominio del mercado estadounidense donde Norteamérica registró en 2022 un total del 49,1% del total mundial de ventas farmacéuticas frente al 23,4% de Europa. Por otra parte, Europa enfrenta a una mayor competencia de economías emergentes¹⁵ como India, Brasil y China, cuya rápida expansión e investigación científica está contribuyendo a una importante migración de las actividades económicas y de investigación fuera de los mercados europeos. En el periodo de 2016-2021, los mercados brasileño, chino e indio crecieron en 11,7%, 6,7% y 11,8% respectivamente, en comparación con el total de crecimiento de mercado de mercado europeo, el cual aumentó un 5,8% y el estadounidense, que registró un aumento del 5,6% a final de 2021.

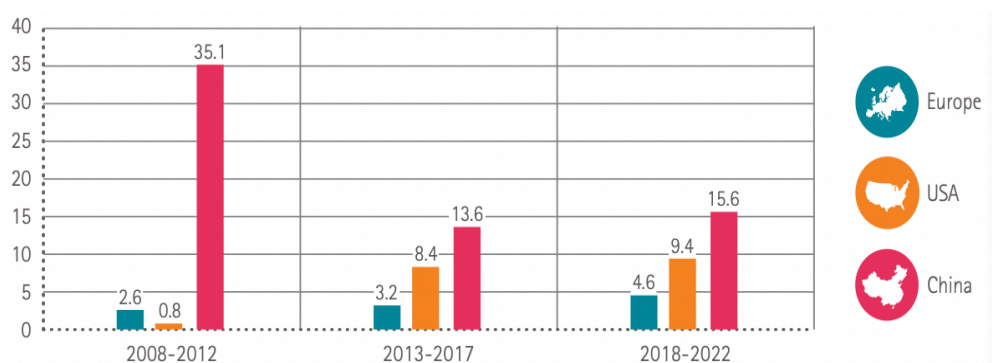


Figura 12: Inversión farmacéutica I+D de Europa, EE. UU. y China. Tasa de crecimiento anual (%).

¹⁴ Por sus siglas en inglés, *European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations*. Es la organización que, fundada en 1978 reúne a la mayor industria farmacológica mundial con el objetivo de crear un ecosistema de innovación, descubrimiento, desarrollo y difusión de medicamentos, así como contribuir a la economía promoviendo un futuro europeo sano.

¹⁵ También definidas como *Pharmerging*, son el conjunto de 21 países que se están desarrollando como mercados farmacéuticos potenciales entre los cuales destacan: Alergia, Argentina, Chile, Colombia, China, Egipto, Brasil etc.

La inversión en I+D dentro de la industria farmacéutica y biotecnológica es un activo crucial de la economía europea y figura entre los sectores de alta tecnología con mejores resultados de Europa (44,500 millones de euros en 2022).

No obstante, el sector farmacéutico en Europa ha sufrido un declive, representando una pérdida de liderazgo en la inversión I+D a nivel mundial. Tras ser la región líder en innovación en 2000 a nivel farmacéutico, la competitividad de Europa ha ido disminuyendo a lo largo de varias décadas, posicionándose en 2022 en la tercera posición siendo superada además de EE. UU., por China (figura 12). Este cambio sugiere una transformación gradual de la dinámica geográfica del mercado farmacéutico, y es probable que los cimientos de la I+D se desplacen progresivamente hacia las economías emergentes.

6.13. La amenaza del aumento y envejecimiento de la población europea

Los avances médicos y sanitarios se han traducido en una mayor esperanza de vida y en un aumento de la población. Este cambio demográfico expone un aumento de la demanda y de los profesionales sanitarios que atiendan y satisfagan las necesidades de los pacientes, exigentes de una infraestructura sanitaria más completa y accesible, un diagnóstico más preciso y mayor disponibilidad de fármacos y medicamentos que aborden las enfermedades. Sin embargo, en la actualidad, más allá de la competencia de otras regiones, Europa enfrenta el envejecimiento de la población y una carga creciente de enfermedades, incluidas amenazas como la COVID-19, y a retos financieros para los sistemas sanitarios y los pacientes a la hora de costear los medicamentos.

Las presiones a la que se ve sometido el sistema sanitario en términos de acceso, tiempo y capacidades suponen un reto general a la hora de satisfacer las necesidades sanitarias de la creciente población.

Esta nueva dinámica impulsa la búsqueda de soluciones innovadoras que, junto con los avances tecnológicos permitan garantizar que la asistencia sanitaria no sólo se prolongue en el tiempo, sino que también siga siendo accesible y eficaz para todos.

7.PERMAVAX-UE: Proyecto de alerta temprana y vigilancia ártica para el estudio de enfermedades infecciosas, apoyado por la Unión Europea.

7.1. Introducción

El Ártico es un extenso territorio, donde los asombrosos paisajes de hielo y nieve que hacen única a esta región se entrelazan con comunidades remotas habitadas por comunidades indígenas que han adaptado su forma de vida a los desafíos que supone vivir en esta área del planeta. En este lugar se instalará nuestro laboratorio natural, integrándose en la región y con un inestimable valor para la comprensión de las enfermedades infecciosas.

En esta parte del planeta, el ser humano coexiste con la naturaleza en una frágil relación de mutualismo. Para hacer más equilibrada esta simbiosis entre el ser humano y la naturaleza y vigilar situaciones que puedan afectar de manera grave a la humanidad nace una visión ambiciosa: la creación del “Proyecto de alerta temprana y vigilancia ártica para el estudio de enfermedades infecciosas, apoyado por la Unión Europea” (PERMAVAX-UE).

PERMAVAX- UE no es solo un proyecto científico, nace con un espíritu de prevención, colaboración y protección. Este ávido proyecto pretende desvelar los misterios de la interacción entre la salud humana, la fauna silvestre y el medio ambiente en el Ártico, con el objetivo de anticiparse a la propagación de enfermedades infecciosas y prevenir futuras epidemias y pandemias a nivel mundial.

El Ártico posee un clima extremo y ecosistemas únicos y a su vez es un indicador sensible de los cambios en el planeta. El calentamiento global y la transformación del entorno en esta región del planeta, plantea una serie de desafíos nunca vistos, pero también ofrece oportunidades para comprender como las enfermedades infecciosas pueden emerger y propagarse en un mundo globalizado y en constante evolución.

Con la creación de PERMAVAX-UE nuestro propósito es establecer una red de vigilancia epidemiológica, fomentar investigaciones científicas de vanguardia y promover la colaboración internacional. Y nuestro objetivo es que, mediante un monitoreo constante, una investigación rigurosa y la cooperación activa, podamos anticiparnos a las amenazas emergentes para la salud pública, desde enfermedades zoonóticas hasta brotes inesperados. Así como estar preparados para la generación de vacunas y fármacos que puedan paliar los efectos de estas enfermedades y brotes.

Algo que aporta aún más valor a nuestro proyecto es que no solo es una declaración de nuestro compromiso con la ciencia y la salud global, sino también un homenaje y puesta en valor de las comunidades indígenas que han habitado

esta región a lo largo de los años. Pretendemos empoderar a estas comunidades trabajando en conjunto con ellas para proteger su salud y bienestar, reconociendo su conocimiento adquirido a través de sus generaciones y su papel esencial en la vigilancia y respuesta a enfermedades.

Únete a nosotros en este apasionante viaje hacia un mundo más preparado y resiliente ante las epidemias. El Ártico nos ofrece una oportunidad única para aprender y proteger, y en este propósito, todos somos aliados en perseguir la búsqueda de un mañana más seguro y saludable.

7.2. Presentación del proyecto.

El objetivo de PERMAVAX-UE es establecer una red de vigilancia y realizar investigaciones científicas en el Ártico para anticiparse a la propagación de enfermedades infecciosas y prevenir futuras epidemias y pandemias, así como estar preparados para responder a ellas mediante la creación de fármacos y vacunas.

7.3. Partes del proyecto

7.3.1. Vigilancia Epidemiológica Ártica:

- Establecimiento de estaciones de vigilancia epidemiológica en varias ubicaciones estratégicas en el Ártico, con un enfoque en comunidades indígenas.
- Monitoreo constante de la salud de la población local y la fauna silvestre para detectar signos tempranos de enfermedades infecciosas.
- Recopilación de datos sobre la movilidad de poblaciones y animales en la región.

7.3.2. Investigación Científica:

- Estudio de los patógenos presentes en la fauna silvestre, especialmente en aves y mamíferos migratorios.
- Investigación de cómo los factores climáticos y ambientales pueden influir en la propagación de enfermedades.
- Establecimiento de laboratorios de investigación en la región para el análisis de muestras.

7.3.3. Tecnología y Comunicación:

- Utilización de tecnología de vanguardia, como la secuenciación genómica, para identificar rápidamente patógenos emergentes.
- Implementación de sistemas de información geográfica (GIS) para rastrear la movilidad de poblaciones humanas y animales.
- Establecimiento de una plataforma de comunicación para compartir datos y hallazgos con la comunidad científica global. (CORDIS)

7.3.4. Colaboración Internacional:

- Fomento de la colaboración con organizaciones de salud, gobiernos, comunidades indígenas y científicos de todo el mundo.
- Intercambio de conocimientos y recursos con otras regiones para fortalecer la preparación y respuesta a epidemias.

7.4. Objetivos: ¿Qué pretendemos conseguir?

- Detección temprana de patógenos emergentes en la región del Ártico.
- Mayor comprensión de las interacciones entre el cambio climático y la salud pública.
- Mejora en la capacidad de respuesta a posibles amenazas de epidemias a nivel mundial.
- Promoción de la salud y el bienestar de las comunidades indígenas en el Ártico.
- Contribuir con el conocimiento generado al desarrollo de fármacos y vacunas en caso necesario

7.5. Financiación

Esta iniciativa busca ser financiada a través de una combinación de fondos de diferente índole. Estos serían: Gubernamentales, inversiones privadas, colaboraciones internacionales y organizaciones de salud global.

Este proyecto además de contribuir a la detección temprana de enfermedades infecciosas en una región crítica, también ayudaría a fortalecer la capacidad global de preparación y respuesta a pandemias por ello los beneficios serían globales.

7.6. Partes adicionales e inherentes al proyecto

Estas partes complementan y contribuyen a una respuesta más efectiva y anticipada a las posibles amenazas de epidemias en la región del Ártico. Por ello la investigación científica, la colaboración y la preparación son fundamentales para abordar estos desafíos de salud pública.

1. Programa de Capacitación Local: Establecer un programa de capacitación para las comunidades locales en el Ártico, para que puedan participar activamente en la vigilancia de enfermedades y la recolección de datos. Esto empoderaría a las comunidades locales y permitiría una respuesta más rápida a las amenazas de salud.

2. Investigación en Zoonosis: Centrarse en la investigación de zoonosis (enfermedades transmitidas de animales a humanos) en la región del Ártico, dado que muchas de estas enfermedades pueden tener origen en la fauna

silvestre. Esto podría incluir la identificación de reservorios naturales y la comprensión de cómo se transmiten a las poblaciones humanas.

3. Investigación sobre el Cambio Climático: Establecer una rama de investigación específica sobre el impacto del cambio climático en la ecología de enfermedades infecciosas en el Ártico. Esto podría incluir el seguimiento de los cambios en las poblaciones de vectores (como mosquitos) y el estudio de cómo el calentamiento global afecta la propagación de enfermedades.

4. Programa de Vacunación Animal: Implementar un programa de vacunación en la fauna silvestre, especialmente en especies migratorias, para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades a las poblaciones humanas. Esto podría ser parte de una estrategia de mitigación de riesgos.

5. Participación de la Comunidad Científica Global: Fomentar la colaboración con científicos y organizaciones de salud de todo el mundo, permitiendo el intercambio de datos, conocimientos y recursos para enfrentar desafíos de salud global en la región del Ártico.

6. Educación Pública: Implementar programas de educación pública para aumentar la conciencia sobre los riesgos de enfermedades infecciosas en el Ártico, tanto a nivel local como global. Esto podría incluir campañas de sensibilización sobre prácticas de higiene y prevención.

7. Modelos de Predicción Epidemiológica: Desarrollar modelos de predicción epidemiológica específicos para la región del Ártico, que tengan en cuenta los factores únicos de la región, como la movilidad de la fauna y los cambios estacionales.

8. Resiliencia de la Salud Pública: Fortalecer la resiliencia de los sistemas de salud pública en el Ártico, incluyendo la creación de planes de respuesta rápida y la distribución de suministros médicos esenciales.

7.7. Espacio de colaboración abierta

PERMAVAX-UE no es un proyecto científico aislado, sino una invitación abierta a la colaboración y la cooperación a nivel global. Somos conscientes que abordar este desafío de salud pública en el Ártico y anticiparnos a posibles epidemias requiere de una extensa red de colaboración y una coalición con diversos socios. Por ello aunamos a la colaboración por parte de gobiernos, instituciones académicas y empresas de todo el mundo que quieran compartir nuestro compromiso con la prevención y la investigación científica.

- **Gobiernos:** Su participación es esencial para asegurar la coordinación efectiva de esfuerzos a nivel nacional e internacional. Los gobiernos pueden proporcionar apoyo financiero, recursos logísticos y acceso a información crucial para la vigilancia epidemiológica. Juntos, podemos establecer políticas y protocolos que fortalezcan la capacidad de respuesta en casos de emergencia.
- **Instituciones Académicas:** Las instituciones académicas son motores de investigación y desarrollo científico. Su experiencia y conocimientos pueden enriquecer la base de datos de PERMAVAX-UE y fomentar investigaciones innovadoras. Además, la colaboración con académicos y estudiantes puede impulsar la formación de futuros científicos comprometidos con la salud global.
- **Sector privado:** Las empresas, con su experiencia en tecnología, logística y recursos financieros, tienen un papel vital en la implementación de PERMAVAX-UE. Desde la tecnología de secuenciación genómica hasta el apoyo logístico para la recolección de muestras, las empresas pueden aportar soluciones prácticas que fortalezcan la efectividad de la iniciativa.

7.8. Ideas sostenidas

PERMAVAX-UE es un proyecto que busca unir a diferentes sectores en la búsqueda de un objetivo común: anticiparse a las amenazas de epidemias y proteger la salud global. Creemos que la colaboración abierta y la diversidad de perspectivas son fundamentales para alcanzar este objetivo. La investigación científica y la prevención de enfermedades infecciosas son desafíos que trascienden las fronteras y requieren el compromiso de todos.

Según avancemos en esta propuesta científica y humanitaria en el Ártico, reafirmaremos nuestro compromiso con la prevención, la anticipación y la solidaridad global. PERMAVAX-UE es un haz de esperanza en un mundo que se enfrenta a desafíos de salud pública cada vez más complejos. Nos embarcamos en este proyecto con el entendimiento de que juntos podemos anticiparnos y solucionar las amenaza para construir un futuro más seguro y saludable para todos.

Al unir fuerzas, gobiernos, instituciones académicas y empresas pueden ser catalizadores de un cambio significativo en la región del Ártico y, en última instancia, en la salud y la seguridad de la humanidad en su conjunto. Si comparten nuestra visión y desean formar parte de esta iniciativa, los invitamos a sumarse a PERMAVAX-UE y a trabajar juntos para un futuro más saludable y preparado. Juntos, somos más fuertes, y juntos, podemos marcar la diferencia.

8. CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL

El Ártico es una región dinámica en constante evolución. Hoy en día, el fenómeno del deshielo ha convertido esta región en un escenario de competencia entre naciones, donde los nuevos accesos y las oportunidades de explotación en diversos sectores despiertan el interés internacional. Sin embargo, esta transformación presenta también riesgos significativos que afectan a varias áreas, una de ellas, la salud pública.

Tras observar la complejidad de la situación en el Ártico debido al cambio climático y el deshielo, se resalta la importancia de abordar estos desafíos desde una perspectiva científica y de prevención. La Unión Europea debe ser proactiva en su enfoque, aprovechando las oportunidades científicas y económicas mientras se prepara para posibles amenazas de salud pública.

La Unión Europea tiene la responsabilidad de convertir los desafíos en oportunidades y en el contexto actual, la inversión en la investigación científica del Ártico se configura como una gran oportunidad con la que no solo aunar conocimiento sobre la región, sino para establecer sistemas de vigilancia y alerta temprana en previsión de posibles pandemias.

El cambio climático y la salud pública están interconectados y el Ártico es una región en la que se materializa esta conexión. La colaboración entre gobiernos, instituciones académicas y empresas es un componente esencial para abordar estos desafíos. Al mismo tiempo, es fundamental dar un énfasis especial a las comunidades locales, incluyendo a las comunidades indígenas, y ponerlas en valor en el proceso de investigación y toma de decisiones.

PERMAVAX-UE se presenta como una iniciativa de suma relevancia en este contexto de cambios drásticos en el Ártico. En un mundo interconectado y afectado por el cambio climático, este proyecto representa una valiosa inversión en la protección de la salud pública a nivel mundial, una oportunidad para avanzar en la ciencia y una manifestación de cooperación internacional.

9. BIBLIOGRAFÍA

Aalto, M., & Haavisto, R. (2022). Risks for Public Health and Social Infrastructure in Russian Arctic under Climate Change and Permafrost Degradation. *Atmosphere*, 13(4), 532. <https://www.mdpi.com/2073-4433/13/4/532>

Arctic Economic Council. (2023). Arctic Economic Council. <https://arcticeconomiccouncil.com/>

Andrea Fischer, El deshielo del Ártico descongelará bacterias, virus desconocidos y desechos radiactivos de la Guerra Fría, *Revista National Geographic*, 2021.

Ángel García Estrada, "El Ártico como teatro de Operaciones", *Armada Española*, febrero de 2013. https://armada.defensa.gob.es/archivo/rgm/2023/01-02/rgmenefeb2023_Parte06.pdf

Arctic Council. (2023, 1 de agosto). As Arctic marine tourism increases, how can we ensure its sustainable? *Arctic Council News*. Retrieved from <https://arctic-council.org/news/as-arctic-marine-tourism-increases-how-can-we-ensure-its-sustainable/>

Arctic Council. (2023). Arctic human health assessment 2022: A report of the Arctic Monitoring and Assessment Programme. Retrieved from <https://oaarchive.arctic-council.org/server/api/core/bitstreams/bdc15f51-fb91-4e0d-9037-3e8618e7b98f/content>

Attfield R. El ámbito de la moralidad. En: García Gómez-Hera JM, (coord.) *Ética del medio ambiente*. Problema, perspectiva, historia. Madrid: Tecnos; 1997.

BBC Mundo. (2022, 26 de octubre). ¿Por qué el deshielo del Ártico podría liberar virus antiguos y provocar nuevas pandemias? <https://www.bbc.com/mundo/vert-earth-39851987>

Bjerknes, M., & Aagaard, K. (2023). The impact of Arctic sea ice loss on ocean circulation and climate. *SSRN Electronic Journal*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4163112

Comisión Europea. (2023). Funding Opportunities under Horizon Europe. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en

El Ártico, una región clave para la UE y la seguridad mundial. Josep Borrell, Alto Representante de la Unión Europea para Asuntos Exteriores y Política de Seguridad / Vicepresidente de la Comisión, Blog del Servicio Diplomático de la Unión Europea 03.02.2021 https://www.eeas.europa.eu/eeas/el-%C3%A1rtico-una-regi%C3%B3n-clave-para-la-ue-y-la-seguridad-mundial_es

El Consejo Euro Ártico de Barents, la dimensión septentrional de la Unión Europea, la Organización Marítima Internacional y la Comisión Hidrográfica Regional Ártica de la Organización Hidrográfica Internacional. *¿A qué país pertenece Groenlandia? - El Orden Mundial - EOM*, <https://elordenmundial.com/que-pais-pertenece-groenlandia/>.

European Centre for International Political Economy (ECIPE). (2023). Strategic autonomy and competitiveness of Europe's innovative pharmaceutical sector. Retrieved from <https://ecipe.org/publications/strategic-autonomy-competitiveness-europes-innovative-pharmaceutical-sector/>

European Commission. (2023). Horizon Europe. Retrieved from https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en

European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations (EFPIA).(2023). The pharmaceutical industry in figures. Retrieved from <https://www.efpia.eu/media/rm4kzdlx/the-pharmaceutical-industry-in-figures-2023.pdf>

Euronews. (2023, 10 de marzo). Científicos reviven un virus 'zombi' atrapado durante 48.500 años en el permafrost del Ártico. <https://es.euronews.com/next/2023/03/10/cientificos-reviven-un-virus-zombi-atrapado-durante-48-500-anos-en-el-permafrost-del-arti>

Espigares, J. L. N., & Torres, E. H. (2007). Industria farmacéutica, competitividad e integración económica en Europa. *Boletín Económico de ICE*, (2902) https://www.researchgate.net/profile/Jose-Luis-Navarro-Espigares/publication/28167273_Industria_farmacaceutica_competitividad_e_integracion_economica_en_Europa/links/02bfe51001fd6de0c4000000/Industria-farmacaceutica-competitividad-e-integracion-economica-en-Europa.pdf

Farmaindustria. (n.d.). El valor de las vacunas. Retrieved from <https://www.farmaindustria.es/web/el-valor-de-las-vacunas/>

García González, A. (2023). Evaluación del riesgo de liberación de virus antiguos del permafrost ártico por el cambio climático (Trabajo de Fin de Grado). Universidad de Valladolid.

García, R. (2014, 18 de noviembre). La tarta del Ártico. *Fronterasblog*. <https://fronterasblog.com/2014/11/18/la-tarta-del-artico/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. <https://www.ipcc.ch/srocc/>

Goya, N. L. (2019). Supresión de barreras a la industria farmacéutica de la UE: oportunidades y retos. *Boletín Económico de ICE, Información Comercial Española*,(3115), 23-36. https://www.researchgate.net/profile/Noa-Laguna-Goya/publication/335910198_Supresion_de_barreras_a_la_industria_farmacaceutica_de_la_UE_oportunidades_y_retos/links/5d8333df92851ceb79142aeb/Supresion-de-barreras-a-la-industria-farmacaceutica-de-la-UE-oportunidades-y-retos.pdf

Holwerda, M. (2021). PATHOGENS IN PERMAFROST: THE NEXT PANDEMIC?. *Pathogens in Permafrost: The Next Pandemic? Long-Acting Antiretrovirals in the Treatment of HIV-1 Criminals: Made or Born? The LAMP at the End of the Tunnel*, 26. <https://www.osti.gov/biblio/1970076>

Hussain, S., Hassan, M., Sherazi, S. A. B., & Karim, I. (2022). Moving Into Age of Pandemics Due to Climate Change. *Journal of Sustainable Environment*, 1(2), 36-43 <http://jse.smiu.edu.pk/jse/index.php/jse/article/view/28>

Jiménez-Muñoz, F., Martínez-López, J., & Martínez-López, J. (2023). The influence of climate change on the distribution of marine biodiversity in the Arctic. *Bioinformatics*, 18(7), 97320630018734. <https://www.bioinformatics.net/018/97320630018734.pdf>

Luis Franco Vera. Ética de la investigación científica. *Anales (Reial Acadèmia de Medicina de la Comunitat Valenciana)*, ISSN-e 2172-8925, N°. 13, 2012, 14 págs, página 6. https://www.uv.es/ramcv/2012/VI.VIII_02_Dr._Franco.pdf

Martínez-Alonso, M., & Martínez-López, J. A. (2023, 2 de agosto). El cambio climático provocará que los virus congelados salten a especies animales y a humanos. ***Núcleo Genético*, 13(1), 1-4. Retrieved from <https://www.ngenespanol.com/ecologia/el-cambio-climatico-provocara-que-los-virus-congelados-salten-a-especies-animales-y-a-humanos/>

National Geographic España. (2023, 10 de marzo). El cambio climático provocará que los virus congelados salten a especies animales y a humanos. <https://www.ngenespanol.com/ecologia/el-cambio-climatico-provocara-que-los-virus-congelados-salten-a-especies-animales-y-a-humanos/>

National Geographic España. (2023, 10 de marzo). El cambio climático provocará que los virus congelados salten a especies animales y a humanos. <https://www.ngenespanol.com/ecologia/el-cambio-climatico-provocara-que-los-virus-congelados-salten-a-especies-animales-y-a-humanos/>

Norwegian Mapping Authority. (n.d.). BarentsWatch. Retrieved from <https://www.amap.no/documents/download/6759/inline>

Niusdiario. (2022, 20 de octubre). El deshielo del permafrost por el calentamiento global podría liberar virus árticos y provocar pandemias emergentes. https://www.niusdiario.es/ciencia-y-tecnologia/ciencia/20221020/deshielo-permafrost-calentamiento-global-virus-artico-pandemias-emergentes_18_07755351.html

Oceanwide Expeditions. (2023). Galería de fotos de clientes. [Customer Pictures Gallery]. Retrieved from <https://oceanwide-expeditions.com/es/galeria/customer-pictures/gallery>

Oliver J Watson Global impact of the first year of COVID-19 vaccination: a mathematical modelling study, junio 2023 <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S1473-3099%2822%2900320-6>

Pharmaceutical Strategy for Europe. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0761> https://health.ec.europa.eu/system/files/2021-02/pharma-strategy_report_en_0.pdf

Statista. (2023). Valor de marca de las principales farmacéuticas en el mundo en 2023 (en millones de dólares estadounidenses). <https://es.statista.com/estadisticas/1027173/valor-de-marca-de-las-principales-farmacenticas/>

The View from the Top: Searching for responses to a rapidly changing Arctic - Scientific Figure on ResearchGate https://www.researchgate.net/figure/The-Arctic-can-be-divided-into-the-low-Arctic-and-high-Arctic-according-to-various_fig5_317341294/actions#reference

The Guardian. (2022, October 19). Next pandemic may come from melting glaciers, new data shows. The Guardian. <https://www.theguardian.com/science/2022/oct/19/next-pandemic-may-come-from-melting-glaciers-new-data-shows>

Wang, Z., Li, S., & Wang, X. (2022). Arctic sea ice loss and its impact on global climate. One Earth, 5(4), 662-674. [https://www.cell.com/one-earth/pdf/S2590-3322\(22\)00143-9.pdf](https://www.cell.com/one-earth/pdf/S2590-3322(22)00143-9.pdf)

Wu, R., Trubl, G., Taş, N., & Jansson, J. K. (2022). Permafrost as a potential pathogen reservoir. One Earth, 5(4), 351-360. [https://www.cell.com/one-earth/pdf/S2590-3322\(22\)00143-9.pdf](https://www.cell.com/one-earth/pdf/S2590-3322(22)00143-9.pdf)
<https://www.mdpi.com/1999-4915/15/2/564>

Xataka. (2022, 20 de octubre). Llevamos 13 virus extraídos del permafrost resucitados en laboratorio: el problema vendrá si se escapan. <https://www.xataka.com/ecologia-y-naturaleza/llevamos-13-virus-extraidos-permafrost-resucitados-laboratorio-problema-vendra-que-se-escapen>