



LA CIENCIA COMO UN BIEN PÚBLICO MUNDIAL

DOCUMENTO DE POSICIÓN DEL CONSEJO
CIENTÍFICO INTERNACIONAL

Noviembre 2021



**International
Science Council**
The global voice for science

Octubre 2021

Segunda edición publicada en Noviembre de 2021

Autor: Profesor Geoffrey S. Boulton FRS, FRSE, en nombre y avalado por la Junta de Gobierno del Consejo Científico Internacional (ISC).

AGRADECIMIENTOS: Los miembros de la Junta de Gobierno por sus revisiones y particularmente la profesora Pearl Dykstra.

Dr. Karen Corredor, a member of the Young Academy of the Colombian Academy of Sciences, and a post-doctoral Fellow at the Academy.

DOI: 10.24948/2021.09.

REFERENCIA: Boulton, G.S. 2021. Science as a Global Public Good. International Science Council Position Paper, 21pp, https://council.science/wp-content/uploads/2020/06/Science-as-a-global-public-good_v041021.pdf

Trabaje con el ISC para avanzar a la ciencia como un bien público global.

Conéctese con nosotros en:

www.council.science

secretariat@council.science

International Science Council

5 rue Auguste Vacquerie

75116 Paris, France

 www.twitter.com/ISC

 www.facebook.com/InternationalScience

 www.instagram.com/council.science

 www.linkedin.com/company/international-science-council/



A. EL VALOR DE LA CIENCIA

1. El Consejo Científico Internacional (ISC) está comprometido con una visión de ciencia¹ como bien público global. Esta visión tiene profundas implicaciones para la forma en que se desarrolla la ciencia, cómo se utiliza y los roles que desempeña en la sociedad. En este artículo se detalla la forma como estas implicaciones influyen en las responsabilidades de los científicos, tanto a nivel individual como colectivo, y cómo se aplican en los diferentes contextos en los que se practica la ciencia.
2. El concepto de bienes públicos compartidos ha sido un asunto de interés para filósofos morales y políticos desde la antigüedad y en muchas culturas. Contrastá la búsqueda del bien mayor con la de el bienestar propio. Parte del supuesto de que los ciudadanos mantienen una relación entre sí que los alienta a crear y mantener instalaciones o acuerdos fundamentados en su utilidad para el bien común y para generar valor público, del que muchos se benefician individualmente.

1 Palabra **ciencia** es utilizada para referirse a la organización sistemática del conocimiento que puede ser explicado racionalmente y aplicado de manera confiable. Esta incluye a las ciencias naturales (entre las que se encuentran la física, las matemáticas y las que estudian la vida) y las ciencias sociales (entre las que figuran las ciencias del comportamiento y las ciencias económicas), las cuales representan el enfoque principal del ISC (Consejo Científico Internacional, por sus siglas en inglés), así como las humanidades, la medicina, la salud, la informática y las ciencias de la ingeniería. Se reconoce que no existe una sola palabra o frase en inglés (aunque hay en otros idiomas) que describa adecuadamente esta comunidad de conocimiento. Se espera que esta abreviatura sea aceptada en el sentido deseado.



3. El conocimiento ha estado entre los bienes públicos más poderosos. Ha sido la inspiración, el estímulo y el agente sobre el cual se ha construido la mayoría del progreso material, social y personal de la humanidad. El acceso al conocimiento, y a los sistemas educativos que buscan aumentar el inventario de conocimiento de los individuos, y, por lo tanto, en conjunto, de la sociedad, son reconocidos como derechos humanos [1].
4. La ciencia es una forma especial de conocimiento; un enfoque formalizado del conocimiento que es explicable de manera racional, probado contra la realidad, la lógica y el escrutinio de los pares. Tiene dos atributos fundamentales que forman sus cimientos, y que son en última instancia la fuente de su valor como bien público global:
 - Las afirmaciones sobre el conocimiento y la evidencia en la que pudieran basarse están disponibles de forma abierta para ser probadas contra la realidad y la lógica a través del escrutinio de los pares;
 - Los resultados de la investigación científica son comunicados rápidamente a la esfera pública y circulan de manera eficiente para maximizar su disponibilidad a todos los que deseen o necesiten acceder a ellos.

El Consejo Científico Internacional (ISC) las considera estos dos atributos como las normas esenciales de una ética científica específica². De manera paralela, como buenos ciudadanos, los científicos deben asegurarse de que su trabajo es compatible con los más altos valores sociales contemporáneos, de integridad, equidad, inclusión y apertura, y que en la medida de lo posible, el producto de su trabajo no se utilicen de manera perjudicial sino que responda a las necesidades de las sociedades de las que forman parte.

El conocimiento ha estado entre los bienes públicos más poderosos. Ha sido la inspiración, el estímulo y el agente sobre el cual se ha construido la mayoría del progreso material, social y personal de la humanidad.



2 También son el sello distintivo de varias otras formas de investigación seria que no se consideran ciencia.



5. La ciencia busca explicaciones que sean universalmente verdaderas, tanto en el comportamiento de las unidades fundamentales de la materia; y en aquellas que están limitadas por el tiempo o el espacio, como el movimientos de los continentes en el pasado o el comportamiento de los grupos sociales en el presente. Busca comprobar lo que es estable en ese compuesto tan inestable que a menudo pasa por conocimiento.
6. La apertura al escrutinio escéptico es la base de lo que se denomina “autocorrección científica”, elocuentemente expresada en palabras que a menudo se le atribuyen a Einstein: “mil experimentos no pueden probar que estoy en lo cierto, pero un experimento puede probar que estoy equivocado”. La palabra “científico” se usa a menudo, erróneamente, para implicar “correcto”, “verdadero” o “determinado”. La ciencia lida con la incertidumbre. Puede invalidar, pero no validar; “el objetivo de la ciencia no es abrir la puerta a la sabiduría infinita, sino poner un límite al error infinito” [2]. Aunque los científicos pueden buscar la verdad, el conocimiento científico sigue siendo provisional. Aunque el progreso de la investigación puede disminuir la incertidumbre, la incertidumbre seguirá existiendo. [Nota - hay dos citas distintas aquí]
7. Su método disciplinado (párr. 4) ha hecho de la ciencia la forma más fiable, aunque provisional, del conocimiento humano sistemático. No es un lujo prescindible, sino que se ha convertido en algo esencial para el avance de nuestras sociedades, para responder a sus necesidades, para una educación informada, fortalecer las políticas, estimular la innovación, resolver la sostenibilidad global, salvaguardar la salud y el bienestar. Así como un estímulo para la curiosidad, la imaginación y el asombro. Nos ayuda a todos a entender y navegar el mundo cada vez más complejo en el que vivimos.
8. Estos roles ilustran la utilidad del conocimiento científico como un bien público mundial, un concepto definido por los economistas [3] de una forma útil para describir lo que la ciencia debe y puede ser. En términos económicos, la ciencia sirve al bien público de manera más profunda a través de la creación de “bienes públicos”. Estos bienes no tienen valor de mercado, son la base de la mayoría de los bienes privados. Entre estos figuran la educación gratuita, las carreteras gratuitas, una fuerza policial honesta y el estado de derecho,

“El objetivo de la ciencia no es abrir la puerta a la sabiduría infinita, sino poner un límite al error infinito”.



los cuales podemos utilizar para beneficio privado, por ejemplo: mejorar las perspectivas de empleo, tener un negocio de transporte por carretera, salvaguardar las posesiones, y proteger las inversiones de la corrupción. En su papel específico como bien público mundial, la ciencia es *una fuente de conocimiento beneficioso y aplicable que está disponible y accesible libremente en todo el mundo, y en la que su uso por cualquier persona no impida su uso por parte de otros*. Por supuesto, los beneficios públicos se crean a partir de la investigación del sector privado en muchos campos, pero no suelen crearse como bienes públicos.

9. En la práctica, el valor de los bienes públicos puede ser obstruido, frenado o retenido por creencias y prácticas políticas, filosóficas o religiosas, por quienes retienen o monopolizan el conocimiento para beneficio particular, y por los propios científicos cuando eligen comunicar sus hallazgos de maneras que restringen su difusión. Con frecuencia se afirma que tales impedimentos están justificados por un mayor beneficio a los intereses del público, por ejemplo, deteniendo el flujo de conocimientos que podrían utilizarse de manera maliciosa, en que son esenciales para la innovación comercial competitiva, preservando la sabiduría convencional o protegiendo la calidad de la publicación científica
10. El debate que figura a continuación trata de dilucidar la mejor manera de cumplir el papel de la ciencia como bien público mundial, cómo este puede ser obstaculizado y las responsabilidades de los científicos en el mantenimiento de su papel, tanto a nivel individual como colectivo en su rol de miembros de una comunidad global.

B. LA RESPONSABILIDAD DE MANTENER UNA ÉTICA ESENCIAL

11. Las posturas éticas del párrafo 4 y el imperativo del bien público del párrafo 8 imponen tres responsabilidades básicas a los científicos: deben exponer las pruebas de las afirmaciones que hacen, difundir su trabajo en el dominio público y actuar para mitigar las posibilidades significativas de uso peligroso.

EXPOSICIÓN DE PRUEBAS

12. Cuando una afirmación publicada se basa, total o parcialmente, en evidencia empírica, esa evidencia debe estar disponible en conjunto para su escrutinio. De lo contrario, la afirmación fracasa en probar que es “científica”. No siempre es un requisito fácil de satisfacer. En palabras de Richard Feynman [4], proporcionar tal evidencia requiere “integridad científica, un principio del pensamiento científico que corresponde a una especie de honestidad absoluta, algo como esforzarse al máximo. Por ejemplo, si usted va a hacer un experimento, debe informar sobre todo lo que cree que podría invalidarlo, no solo lo que cree que es correcto al respecto”.

Cuando una afirmación publicada se basa, total o parcialmente, en evidencia empírica, esa evidencia debe estar disponible en conjunto para su escrutinio. De lo contrario, la afirmación fracasa en probar que es “científica”.



13. Esta responsabilidad de exponer datos probatorios no importa cuán complejos sean, ha sido codificada en el principio de “JUSTICIA”, que los datos, ya sean grandes o pequeños, e independientemente de la disciplina, deben ser localizables, accesibles, interoperables y reutilizables [5]. El incumplimiento de este principio ha contribuido a la llamada crisis de replicación al hacer imposible probar la replicabilidad o incluso la honestidad de algunas afirmaciones publicadas [6, 7]. Tampoco se reconoce que la creatividad de gran parte de la investigación deriva de la inspiración que una observación o medición en particular podría revelar para una visión novedosa de la realidad. Tales datos son un producto de primera clase de la investigación científica, y una fuente potencialmente rica de inspiración para más análisis o hipótesis. Charles Darwin estableció: “Los hechos falsos son altamente perjudiciales para el progreso de la ciencia, porque a menudo resisten por mucho tiempo; pero los puntos de vista falsos, si están respaldados por alguna evidencia, hacen poco daño, porque todos tienen un placer saludable en probar su falsedad; y cuando esto se hace, se cierra un camino hacia el error y a menudo el camino hacia la verdad se abre al mismo tiempo” [8].

COMUNICAR LA CIENCIA

14. La comunicación de la ciencia principalmente ocurre de dos maneras. En primer lugar, a través de publicaciones formales que contribuyen al “registro de la ciencia”, el registro publicado del conocimiento científico y la comprensión desde los primeros días de la investigación científica hasta el presente [9]. Esta se encuentra contenida en libros, monografías, revistas científicas, pre-impresiones y literaturas “gris” publicada en informes gubernamentales e institucionales, ya sea en formato impreso o digital, o como objetos digitales. Se refresca, renueva, re-evalúa, o rechaza continuamente a través de las disciplinas de la ciencia por medio de nuevos experimentos, nuevas observaciones, y nuevas ideas teóricas. [LOS DOS ÚLTIMOS BLOQUES AMARILLOS COMPONENTE LA CITA] En segundo lugar, la ciencia se comunica de maneras menos formales mediante contribuciones esenciales al discurso público, el debate, la resolución de problemas, la innovación, la educación y la política gubernamental. Aunque ambas modalidades son de gran valor, el predominio de los índices bibliométricos como medidas de valor científico incentiva los primeros, a menudo en detrimento de los segundos (párr. 23).

MODOS DE COMUNICACIÓN: EL EJEMPLO DE LA PANDEMIA DE COVID-19

La importancia de los dos modos básicos de comunicación de la ciencia se ha ejemplificado poderosamente durante la pandemia de Covid-19. Por un lado, la rápida transmisión de conocimientos nuevos y emergentes, incluso mediante pre impresión, ha sido vital para la respuesta espontánea de la comunidad científica a la pandemia, desde la primera secuenciación del virus del SARS-CoV-2 hasta la vacuna en menos de un año. Por otra parte, las presentaciones científicas cuidadosas, ponderadas y comprensibles en los medios de comunicación públicos han desempeñado un papel esencial para estimular la confianza de la población y suscitar el comportamiento ordenado y responsable de los ciudadanos en muchas sociedades que han actuado para inhibir la propagación del virus. Ambos modos son fundamentales para la aplicación de la ciencia a una amplia variedad de problemas.

15. Hay dos obstáculos importantes para la comunicación formal de la ciencia como bien público global. El primero se deriva de los modelos de negocio de muchos editores comerciales, los cuales se resumen en informes recientes del ISC [9, 10]. Los precios cobrados por muchas revistas convencionales, ya sea a través de suscripciones o “cargos por procesamiento de artículos”, o como parte de “acuerdos transformadores”, exceden con creces los costos de producción necesarios. Estos precios crean barreras de acceso, ya sea para los lectores, para los autores, o para ambos, especialmente para aquellos en instituciones mal financiadas o en países de ingresos bajos y medios, y socavan todo el potencial de la revolución digital para mejorar la penetración y la tasa de circulación del conocimiento científico, que por lo tanto no está “libremente disponible en todo el mundo”. El segundo es el requisito de muchas revistas de que los autores renuncien a los derechos de autor de su trabajo como condición de publicación, lo que impide el acceso al registro de la ciencia mediante técnicas modernas de descubrimiento del conocimiento. Cuando dicha investigación ha sido financiada con fondos públicos, la cesión de derechos de autor representa una privatización gratuita de un activo financiado con fondos públicos que debería considerarse una transacción reprobable.
16. La revolución digital no solo ha puesto nuevas oportunidades en manos de los científicos, sino que también ha democratizado la comunicación de maneras que permiten a individuos y grupos eludir a los guardianes de los medios tradicionales de sabiduría autorizada y difundir sus puntos de vista, con mínima moderación, en la web y a través de las redes sociales. Si bien esto tiene importantes beneficios, también

tiene un lado oscuro, ya que permite la difusión generalizada de información engañosa, sesgada y falsa, ejemplificada por la información falaz durante la pandemia, que ha tenido consecuencias perjudiciales para la salud de la población. La comunicación digital ubicua ha producido un entorno de comunicación más complejo y abarrotado, con más voces que compiten por la atención, algunas de las cuales atacan abiertamente la comprensión científica bien fundamentada. Es un entorno donde la frase “hechos alternativos”³ socava el concepto mismo de un hecho, y donde la brevedad impuesta por Twitter fomenta afirmaciones que compiten en lugar de argumentos que compiten. Es un entorno en el que la ciencia necesita articular su voz con más cuidado y precisión, con más atención a la educación en este nuevo y dinámico mundo de información si quiere mantener y fortalecer su contribución al bien público mundial.

17. La comunicación de la ciencia no es solo una responsabilidad individual, sino que a veces es colectiva. Existen temas urgentes de profunda importancia social global, como el cambio climático, la biodiversidad o la desigualdad, donde la voz de la ciencia necesita ser escuchada claramente en el dominio público. Pero las intervenciones individuales con un tono sobrio y preciso preferidas por los científicos son menos influyentes que otras voces más persuasivas psicológicamente, o se ahogan por el tumulto del debate global. En tales circunstancias, la comunidad científica internacional tiene la responsabilidad colectiva de articular una voz mundial de “promoción responsable” a través de sus órganos representativos y la influencia que ejercen a través de sus redes.
18. Pero esta estructuración puede llevar a la paradoja [11] de que, al defender una política específica, los científicos corran el riesgo de perder esa parte de su credibilidad que proviene de su independencia percibida, y puede incluso, en el calor del debate de políticas públicas, conllevar a una corrupción de la evidencia y la minimización de la incertidumbre. Sin embargo, la visión pragmática es que, si los científicos no entran en debates importantes acerca de políticas públicas, ya sea individual o colectivamente, el vacío puede llenarse con desinformación e influencias de aquellos con intereses sectoriales.

Si los científicos no entran en debates importantes acerca de políticas públicas, ya sea individual o colectivamente, el vacío puede llenarse con desinformación e influencias de aquellos con intereses sectoriales.

3 “Hechos alternativos” fue una frase utilizada por una Consejera del presidente de Estados Unidos durante una entrevista pública el 22 de enero de 2017, en la que defendió la falsa declaración del Secretario de Prensa de la Casa Blanca sobre las cifras de asistencia a la toma de posesión de Donald Trump como Presidente de Estados Unidos.



aquellos con intereses sectoriales. No se trata de un problema resoluble en el sentido científico, sino de un problema en el que el juicio experimentado, sensible a este dilema, debe informar la acción, y en el que las instituciones representativas de la ciencia a nivel internacional tienen una gran responsabilidad⁴.

EL DILEMA DEL DOBLE USO⁵

19. La mayoría de los descubrimientos científicos son éticamente neutrales. Es la naturaleza de su uso lo que puede plantear problemas éticos. Hay algunos descubrimientos que producen una comprensión valiosa, pero tienen el potencial de crear peligros considerables. En la naturaleza del descubrimiento científico está que no se pueden prever todos sus posibles usos. Einstein, a pesar de toda su brillantez teórica, no pudo prever el poder potencial que podría ser liberado por el átomo y que daría lugar a armas nucleares. Casi cualquier investigación puede tener riesgos potenciales y también beneficios, y no necesariamente puede ser regulada antes de que todos los posibles usos se hagan evidentes. Sin embargo, no es razonable extender esta preocupación a todo el conocimiento cuando exista la mera posibilidad de que esto se pueda hacer, pocos nuevos conocimientos podrían escapar a esa red, pero es importante centrarse en aquellas áreas donde hay capacidades reales y una voluntad de hacer uso de ellas de manera peligrosa, dañina o maligna. Cuando los científicos prevean tales usos, tienen la responsabilidad de informar a la gente de ello. Ejemplos recientes en los que la comunidad científica ha explorado tales potenciales y defendido posturas éticas y regulatorias para mitigar posibles daños incluyen el uso de tecnologías de Inteligencia Artificial, edición de línea germinal, investigación de ganancia de función y el uso de tecnologías de vigilancia. Examinar las posibilidades de causar daño y promover formas de evitarlos son prioridades importantes para la promoción responsable por parte de los órganos representativos de la ciencia (párrs.17 y 18).
20. Estos dilemas aplican tanto a la publicación de hallazgos científicos como a la publicación de datos. Por ejemplo, los manuscritos sobre el virus de la gripe aviar H5N1, presentados para su publicación en 2003, demostraron cómo podría transmitirse a los seres humanos, conocimiento que tenía el potencial de ser utilizado con fines malignos. El dilema se resolvió mediante un acuerdo entre los autores y los editores de las revistas involucradas en el que las conclusiones

4 Entre los órganos del más alto nivel de representación que deberían promover y apoyar procesos eficaces figuran el Consejo Científico Internacional, la Academia Mundial de Ciencias, la Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros, la Red Global de Academias de Ciencias y la Academia Joven Global.

5 El término *doble uso* se ha utilizado principalmente en las ciencias de la vida, en particular en relación con el bioterrorismo, pero se utiliza aquí en un sentido más general para referirse a investigación, tecnologías y sus artefactos.

generales deberían publicarse, con un beneficio potencial considerable para las comunidades de vigilancia global de la influenza, pero los detalles que pudieran permitir la replicación de los experimentos por parte de aquellos que podrían tratar de hacer daño no deberían estar [12]. Es importante ser consciente del potencial de doble uso, con la salvedad de que las soluciones que optimizan entre el rigor y la comunicación, por un lado y el peligro, por otro, probablemente sean específicas de cada caso. Si un descubridor científico prevé la posibilidad de un doble uso peligroso, es su responsabilidad solicitar asesoramiento de expertos pertinentes como primera etapa de un proceso de evaluación.



21. Los diferentes entornos en los que se practica la ciencia, en universidades, institutos, laboratorios gubernamentales, el sector privado y por parte de científicos independientes (incluyendo los científicos ciudadanos) condicionan fuertemente los medios y el grado en que la ciencia sirve al bien público y cómo se ejercen las responsabilidades de los científicos. Algunos entornos no están restringidos, en ellos los científicos tienen la libertad de elegir el tema de su investigación y decidir si lo comunican y cómo. Otros están limitados respecto a estas opciones.

ENTORNOS SIN RESTRICCIONES Y EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES

22. Las universidades por lo general defienden una convención de libertad académica, dando a los investigadores académicos libertad sin restricciones para elegir qué estudiar, cómo estudiarlo, cómo comunicar mejor sus hallazgos y la libertad para expresarlos, incluyendo aquellos que son inconvenientes para las



autoridades. En gran medida, esas libertades han permitido a las universidades ser fuentes de nuestra comprensión más profunda de la naturaleza y la sociedad, como centros de emprendimiento perdurable del mundo moderno y almacenes de conocimientos anticipatorios para un futuro desconocido. Hace cincuenta años, los científicos universitarios que estudiaban el cambio climático eran considerados irrelevantes, aunque inofensivos. Pero la afortunada dedicación a su trabajo reveló procesos que ahora se reconocen como una amenaza para el futuro de la sociedad humana, mientras que sus sucesores están desempeñando un papel crucial en la evaluación de cómo esta se debe adaptar. Existe una tendencia a considerar como “investigación útil” solo la investigación dirigida hacia los problemas contemporáneos y movilizada por la financiación “impulsada por una misión”. Si bien la investigación impulsada por una misión es vital para las prioridades inmediatas y previsibles, ampliar la amplitud de la comprensión humana a través del mantenimiento de la investigación impulsada por la curiosidad es una contribución fundamental a la reserva de conocimiento y comprensión de la humanidad. Es un papel vital para las universidades.

23. Podría decirse que el papel más importante de las universidades es la comunicación y difusión del conocimiento científico a través de la educación, generación tras generación, de cohortes sucesivas de estudiantes en un entorno donde se examinan y exploran los límites de la comprensión contemporánea a través de la investigación activa. El flujo anual de graduados en una gran diversidad de roles es el vector dominante a través del cual el conocimiento científico estimula la innovación social y económica [13].
24. Sin embargo, la competencia generada por los rankings que pretenden medir la excelencia relativa de las universidades, y la bibliometría que pretende medir la contribución científica individual e institucional, se consideran esenciales para la “marca” que atrae a los estudiantes y la financiación. Estos incentivan poderosamente la comunicación de la ciencia a través de la publicación formal, con presiones draconianas e implacables para una forma de producción científica, la publicación, en detrimento de otros roles universitarios, lo que ha generado una demanda masiva de editoriales, independientemente de cualquier control de calidad. Además, han provocado una gran respuesta del mercado en forma de las llamadas revistas predadoras creando una ola de resultados de dudoso valor [14]. Estos, y muchos otros resultados perversos [9] son consecuencia del uso de métricas inflexibles e inapropiadas, ejemplos del axioma de que “obtienes lo que mides”, o de la ley de Goodhart, que reza, “cuando una medida se convierte en un objetivo, deja de ser una buena medida” [15].

25. En algunos países y en algunas épocas, la convención sobre la libertad académica ha estado y está limitada por los intereses del Estado. El Consejo Científico Internacional sostiene que la libertad académica sin trabas dentro de la ley ha demostrado ser de gran beneficio práctico para las sociedades de las que forman parte las universidades.

ENTORNOS RESTRINGIDOS

26. Algunos entornos limitan la libertad de los científicos debido al propósito para el que están diseñados. Los institutos de investigación financiados con fondos públicos y los que son financiados sin fines de lucro tienden a servir a un propósito científico específico, por lo que los investigadores generalmente no son libres de realizar investigaciones fuera de ese propósito. También es normal, pero no exclusivo, que los resultados científicos sean vetados desde la institución para ser publicados en una forma o revista predeterminada. En consecuencia, y a diferencia de la práctica universitaria, esas publicaciones tienden a considerarse tanto producto del instituto como del autor.
27. Hay algunos entornos financiados con fondos públicos en los que se mantiene el imperativo de publicar, pero en los que se necesita confidencialidad o incluso una fuerte seguridad. La investigación que involucra a sujetos humanos ya sea realizada en universidades, institutos u hospitales requiere, muy apropiadamente, que no se revele la identidad de sus sujetos, a pesar de que puede haber un fuerte interés público en que los resultados del estudio estén disponibles de manera abierta. En tales casos, las identidades de los sujetos deben ser anónimas, y debe haber una vía disponible para que los científicos examinen los datos subyacentes si el principio de rigor (párr. 4) debe mantenerse.
28. Los gobiernos también tienen entornos de investigación, a menudo con fines militares o de seguridad del Estado, donde se excluye la publicación de cualquier tipo. La desventaja de este tipo de entorno para el gobierno es que los resultados no están sujetos al escrutinio de mentes escépticas externas. Aunque los riesgos a menudo están implícitos en la investigación, el escrutinio y la regulación intensivos y escépticos son esenciales.

“El recurso económico básico, los medios de producción, ... ya no es el capital, ni la tierra, ni el trabajo. Es y será – el conocimiento”.



29. ¿Cómo se relaciona el tema de la ciencia como un bien público global con las empresas y corporaciones del sector privado? El sector privado de la investigación ha crecido enormemente en las últimas décadas a medida que la utilidad de la investigación como motor de la innovación se ha hecho cada vez más evidente. Esta tendencia se resume en la obra de Peter Drucker [16], quien argumentó que “El recurso económico básico, los medios de producción, ... ya no es el capital, ni la tierra, ni el trabajo. Es y será – el conocimiento”. Esta es una perspectiva que ha sido adoptada por los gobiernos de todo el mundo, teniendo como consecuencia que las prioridades de la ciencia y para la ciencia han pasado de la periferia hacia el centro de las preocupaciones gubernamentales, y son asumidas de manera creciente por el sector empresarial, con la consecuencia de que más del 70% de la inversión mundial en ciencia proviene ahora de fuentes comerciales [17].
30. Esta perspectiva también ha creado presiones cada vez mayores sobre las universidades para que comercialicen su investigación a través de la concesión de licencias y la protección de la propiedad intelectual, de modo que muchas de ellas se sitúan cada vez más entre lo público/privado, y una parte considerable de su actividad se ve limitada por imperativos comerciales. Aunque la capacidad de trabajar en toda la interfaz público/privada es particularmente importante para enfrentar muchos desafíos significativos, como se demostró durante la pandemia de COVID-19 (párr. 46), la tendencia no debería ser tan grande como para limitar la capacidad de los académicos y las universidades para hablar libremente y contribuir a la empresa científica con un espectro claramente amplio de investigaciones (párrs. 22 y 40).
31. Gran parte de los nuevos conocimientos científicos creados por el sector empresarial están fuera del escrutinio público, al menos en el corto plazo, como un bien privado. El acceso exclusivo a nuevos conocimientos en forma de patente permite a una empresa alcanzar un lucrativo monopolio de mercado a corto plazo hasta que sea alcanzada o superada por sus competidores. Este estímulo competitivo se encuentra en el corazón del dinamismo capitalista, facilitado poderosamente por la capacidad de una idea innovadora de atraer inversiones debido a los rendimientos generados por una ventaja competitiva a corto plazo. El sistema de patentes permite que el concepto subyacente se filtre al dominio público como bien público, mientras que el titular de la patente retiene el conocimiento sobre la mejor manera de transformarlo en productos comercializables, o de licenciar ese conocimiento a otros. No cabe duda de que un proceso competitivo de este tipo aumenta la tasa de innovación, especialmente en ámbitos como el farmacéutico, los sistemas energéticos o

las infraestructuras informáticas, que dependen de importantes inversiones privadas y públicas. El conocimiento financiado con fondos públicos puede estimular la ganancia privada, que a su vez genera bienes públicos de empleo y bienestar económico. Sin embargo, en la actualidad están ocurriendo procesos que pueden afianzar los monopolios, debilitar la competencia y crear precios excesivos, lo que va en contra del bien público (párr. 33).

32. Las posibles recompensas comerciales por la captura monopolística de un segmento importante de la denominada ciencia y tecnología “básicas” son una tentación para las empresas privadas. Un ejemplo reciente de tal potencial de captura ocurrió en el campo de la genética [18]. Antes de un caso presentado ante la Corte Suprema de Estados Unidos en 2013, se habían patentado más de 4.300 genes humanos, lo que podría haber derivado en la adquisición privada de toda una esfera de conocimiento. Sin embargo, el Tribunal decidió que como no se crea nada nuevo al descubrir un gen, no hay propiedad intelectual que proteger, por lo que no se pueden conceder patentes. El fallo hizo que todos los genes humanos fueran accesibles para todas las investigaciones y pruebas genéticas financiadas de manera pública y privada en los Estados Unidos.
33. Un impacto importante de la digitalización ha sido el uso de algoritmos de fijación de precios en los mercados digitales que han ayudado a impulsar el crecimiento de los llamados gigantes tecnológicos que ejercen el monopolio de los productos. Estos algoritmos, son capaces de ofrecer pequeñas o grandes cantidades de una amplia gama de materiales, servicios o productos de información, dando a los actores dominantes un poder de mercado exorbitante en todos los sectores⁶. Esta tendencia también se observa ahora entre los editores comerciales de ciencia [9], algunos de los cuales están transformándose a si mismos de proveedores de servicios de publicación a plataformas de operación de servicios, en las que no solo mantienen su papel tradicional de publicar los datos **de** la ciencia, sino también recopilan datos **sobre** la ciencia de estos servicios, posicionándose como dueños de inteligencia estratégica vital para los científicos, sus organizaciones, sus financiadores y los gobiernos nacionales. Por lo tanto, se colocan en una posición estratégica para el control del acceso al conocimiento, pero en la que rinden cuentas a sus inversores más que a la ciencia. Estas tendencias suscitan preocupación acerca de la gobernanza de la empresa científica y la medida en que se ve amenazada su función al servicio del bien público mundial.

6 Los datos de los balances de las empresas estadounidenses que cotizan en bolsa muestran que los márgenes medios sobre los costos marginales aumentaron del 18% en 1980 al 67% en 2014. De Loecker, J., & Eeckhout, J. (2017). The rise of market power and the macroeconomic implications, No. w23687) (El aumento del poder de mercado y las implicaciones macroeconómicas). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w23687>



34. Una serie de preguntas surgen de este análisis de la ciencia limitada. ¿En qué medida la ética científica específica mencionada en el párrafo 4 se aplica a cada uno de los científicos que trabajan en estos entornos? ¿Cómo debería influir esta ética en sus relaciones, como científicos, con las empresas y corporaciones que los emplean? Por ejemplo, ¿debe el científico de una empresa tener alguna responsabilidad por la hipérbole que la empresa podría emplear para afirmar eficacia científicamente demostrada de los productos que comercializan? ¿Cómo se relaciona la dinámica evolutiva de la ciencia del sector privado con la ciencia como un bien público global en el sentido que se articula en este documento? Por ejemplo, ¿los casos de seguridad para actividades comerciales que puedan generar riesgos públicos deberían ponerse a disposición del público (véase párr. 19)?



D. RESPONDER A LAS NECESIDADES DE LA SOCIEDAD

35. La ciencia puede servir al bien público mundial directamente respondiendo a una necesidad expresada (un desafío), creando nuevos conocimientos que permitan actividades que hasta ahora no habían sido posibles (una oportunidad), o en nuevos conocimientos que yacen latentes como un recurso de conocimiento que puede permitir usos futuros impredecibles. Sin embargo, es importante no ver la utilidad del conocimiento solamente a través de la visión limitada de la oferta y la demanda. El conocimiento científico puede enriquecer las perspectivas humanas de maneras que no pueden ser reflejadas en un balance. El conocimiento de galaxias lejanas o del tiempo profundo no contribuye a las economías nacionales, sino que atrae profundamente la imaginación humana. Ese conocimiento, por sí mismo, es un bien



público mundial. A continuación, se examinan las formas en que estas funciones, en conjunto, atribuyen importantes responsabilidades a la comunidad científica y a sus partes interesadas, así como a los sistemas científicos nacionales.

HACER FRENTE A LOS DESAFÍOS Y APROVECHAR LAS OPORTUNIDADES

36. Existe una percepción cada vez más difundida de un mundo enfrentado por crisis convergentes que amenazan el bienestar de la humanidad, del potencial de la ciencia para contribuir a las soluciones y, por lo tanto, de las responsabilidades de los científicos para buscarlas. La percepción más desafiante es la preocupación por la forma en que la humanidad está destruyendo descuidadamente las condiciones para su bienestar colectivo, y diseñando a la ligera crisis de tal magnitud que podrían ser similares a los desastres globales del registro geológico.
37. Al mismo tiempo, ha habido importantes avances científicos que tienen profundas implicaciones para la sociedad humana, y donde existe una necesidad urgente de que la ciencia se involucre con las cuestiones éticas, legales, económicas, sociales y ambientales fundamentales que están en juego. Los recursos de datos modernos implementados por las tecnologías de IA ofrecen una comprensión más profunda de los patrones complejos en la naturaleza y la sociedad. Las ciencias biológicas están revolucionando nuestra capacidad para tratar enfermedades, y tienen gran potencial para mejorar los sistemas alimentarios. Estas tecnologías podrían marcar el inicio de una trayectoria hacia la sostenibilidad en sectores que contribuyen directamente al capital humano a través de su mayor eficacia y eficiencia. Pero también podrían exacerbar los daños ambientales existentes, profundizar las desigualdades, la exclusión y la discriminación, socavar la privacidad, eliminar la autonomía y el empoderamiento a gran escala, permitir la guerra cibernetica y nuevas formas de criminalidad, y ofuscar la realidad de maneras que socavan la cohesión social y aceleran la crisis mundial.
38. La comunidad científica internacional hace oír cada vez más su voz colectiva para hacer frente a los desafíos (párr. 36) y aprovechar las oportunidades de manera que sirvan al imperativo de la sostenibilidad, el bienestar humano y el bien público mundial (párr. 37). Debe seguir promoviendo una mayor comprensión pública de las cuestiones en juego, trabajar para mejorar la interfaz entre los científicos y los encargados de formular políticas en todos los niveles de la gobernanza, y adaptar y mejorar la utilidad de los sistemas científicos para apoyar el cambio beneficioso.
39. Sin embargo, las soluciones mundiales requieren una participación mundial. Es crucial que la respuesta científica incluya diversos valores, prioridades y enfoques. Existe la tentación de asumir que las prioridades de los sistemas científicos de los países desarrollados son prioridades mundiales, lo que lleva a la

exclusión de los conocimientos y las prioridades de otras regiones, en particular de muchos países de ingresos bajos y medianos que tienen más probabilidades de sufrir si las tendencias mundiales actuales continúan o se exacerbán. La comunidad científica global se ha convertido en una realidad importante en los últimos años, pero no alcanzará la madurez hasta que sustituya una perspectiva unipolar por un universalismo inclusivo, abierto a una ecología más amplia del conocimiento y que pueda construir un auténtico patrimonio común del conocimiento global capaz de responder con la mayor eficacia a los desafíos contemporáneos. Esto debe ser una prioridad para los órganos representativos de la ciencia mundial para que “los conocimientos beneficiosos y aplicables estén libremente disponibles y sean accesibles en todo el mundo” (párr. 8).

UNA CARTERA EQUILIBRADA: INVESTIGACIÓN PARA EL PRESENTE Y EL FUTURO

40. Un hábito humano perenne ha sido sacrificar oportunidades futuras para satisfacer deseos inmediatos, un rasgo que ha contribuido a la actual crisis ambiental. Es vital que la empresa científica no se concentre tanto en lo inmediato y que los horizontes futuros se estrechen o se descuiden. El párrafo 22 destaca el papel que han desempeñado las universidades en el mantenimiento de un amplio espectro de investigación, y que a la vez contribuyen a una investigación vital orientada a la misión que atienda las prioridades inmediatas. Continuar apoyando un amplio espectro de investigación científica, que no solo sirva a las necesidades actuales, sino que también expanda sin inhibiciones los límites del conocimiento, es una inversión crucial para el futuro. Sería un grave error suponer que todas las necesidades futuras de conocimiento científico pueden anticiparse eficazmente y, por lo tanto, crear programas de jerarquía vertical orientados a la misión⁷ aunque estos sean vitales para muchas problemáticas contemporáneas.

7 Esto se ha puesto de manifiesto más recientemente en la respuesta científica a la pandemia de COVID-19. Gran parte de la comprensión fundamental subyacente a esta respuesta ha sido el producto de décadas de inversión pública, no solo en la ciencia genómica que subyace en el diseño y la producción de vacunas, sino en las muchas áreas de la salud pública, la modelización matemática, la psicología y otras áreas de la ciencia del comportamiento, la informática y más, lo cual ha contribuido con la respuesta científica a la pandemia.

La comunidad científica internacional debe seguir promoviendo una mayor comprensión pública de las cuestiones en juego, trabajar para mejorar la interfaz entre los científicos y los encargados de formular políticas en todos los niveles de la gobernanza, y mejorar la utilidad de los sistemas científicos para apoyar el cambio efectivo.



ECOLOGÍA DE LAS PARTES INTERESADAS

41. Si la ciencia es un bien público global, la sociedad global es su beneficiaria. Sin embargo, son los gobiernos nacionales los que determinan en gran medida los medios por los cuales se obtienen esos beneficios, a través de sistemas científicos nacionales diseñados para atender las prioridades que se consideran prioridades nacionales. En lugar de ordenar directamente proyectos de investigación específicos para atender estas prioridades, la mayoría de los países han desarrollado sistemas científicos que tienen una arquitectura más consensuada. Dichos sistemas, tienden a equilibrar y beneficiarse de las ideas de tres actores fundamentales: el gobierno, las agencias de financiación independientes y, en gran medida, las universidades (con institutos financiados con fondos públicos que desempeñan un papel más o menos importante). Se trata de una tríada que generalmente ha tenido éxito en la creación de la cartera equilibrada descrita en el párrafo 40 y en la adaptación a las prioridades contemporáneas a medida que éstas evolucionan (párr. 46). La premisa común ha sido que, si bien el gobierno puede articular sus prioridades y establecer presupuestos de investigación para sus agencias de financiación, las decisiones sobre cómo se asignan los recursos y cómo se organiza la investigación deben ser responsabilidad de los investigadores, y darles a los científicos la libertad de seguir su inspiración es la mejor manera de maximizar el rendimiento de la inversión de la sociedad en investigación.

RELACIONES ENTRE LOS SECTORES PÚBLICO Y PRIVADO

42. La interfaz entre este sistema del sector público y el sector privado es de crucial importancia para hacer frente a los desafíos al bienestar humano. La relación entre el sector público y el privado a menudo ha sido caricaturizada como un sector público engorroso y burocrático frente a un sector privado dinámico e innovador. La evidencia es más bien que el Estado y el sector público han sido creativos al momento de gran parte de la ciencia innovadora que ha estimulado las respuestas del sector privado, y que el Estado no solo ha conformado y moldeado mercados, sino que también ha corregido sus fracasos [19]. La pandemia ha demostrado el potencial beneficioso de la sinergia entre los sectores público y privado, basada en el intercambio creativo y eficaz de ideas, investigaciones y datos a través de una interfaz entre los sectores público y privado.

E. UN CONTRATO SOCIAL EN EVOLUCIÓN POR LA CIENCIA

43. Una parte fundamental de esa interfaz ha sido el vínculo entre los sectores empresarial y universitario, muy alentado por los gobiernos en los últimos decenios como fuente importante de innovación comercial (párr. 30). Naturalmente, se producen tensiones en esta interfaz entre los deseos de los científicos de publicar su trabajo, los deseos de las empresas de proteger la investigación con potencial comercial, los deseos de las universidades de ser consideradas económicamente valiosas por estimular la innovación y beneficiarse financieramente de las ventas y licencias de propiedad intelectual, y las políticas gubernamentales sobre el papel adecuado de las universidades que financian. Las tensiones en esas relaciones deben considerarse y juzgarse por el espectro de valor público que generan sus interacciones (párr. 35) y no por los intereses sectoriales de un solo actor.
44. Las prioridades de la ciencia al servicio del bien público mundial deben seguir combinando la exploración de procesos fundamentales en la naturaleza y la sociedad, así como respuestas eficientes y eficaces a las prioridades sociales a medida que surgen y evolucionan. Ambos influyen en la relación entre la ciencia y las sociedades de las que forma parte, en la naturaleza del contrato social entre ellas y, por lo tanto, en la organización social del proceso científico. El movimiento de científico ciudadano puede estar evolucionando para desempeñar un papel significativo en esto, pero un “movimiento ciudadano anti-ciencia” en contrapeso también parece estar ganando fuerza⁸. Estas relaciones

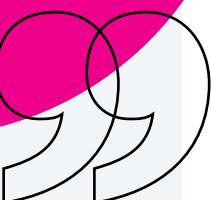
8 La pandemia de COVID-19 ha dado un fuerte impulso a las protestas contra la ciencia y el Estado (<https://euobserver.com/democracy/152647>) que se organizan cada vez más bajo el manto de teorías conspirativas como QAnon. (<https://securingdemocracy.gmfus.org/qanon-and-anti-vax-conspiracy-theories-pose-a-threat-to-democracy-beyond-national-borders/>). Por ejemplo, en Alemania, el movimiento anticuarentena “Querdenken” (pensadores laterales) es una coalición que promueve teorías conspirativas, como la idea de que las mascarillas son mortales o que las vacunas alteran el ADN (<https://www.bbc.com/news/blogs-trending-56675874>).



han evolucionado y seguirán evolucionando conjuntamente, y la comunidad científica internacional tiene la responsabilidad de ser creativa para salvaguardar los sistemas creativos y promover un cambio beneficioso simultáneamente.

45. El contrato social implícito entre los practicantes de la ciencia y el resto de la sociedad tiene sus raíces en las décadas de 1940 y 1950 después de una época de guerra en que se experimentaron los beneficios militares de la investigación científica. Resulta que, a cambio de financiación pública, la ciencia crea conocimientos relativamente fiables y comunica sus descubrimientos a la sociedad [20]. Se basa en la premisa [21] de que dar autonomía a los científicos financiados con fondos públicos y sus disciplinas para crear nuevos conocimientos es el mejor medio de crear innovación para el beneficio público, con la triada de partes interesadas descrita en el párrafo 41 como su apoyo adecuado y su fuente de gobernanza eficaz.
46. Desde entonces, las prioridades de la ciencia se han expandido sucesivamente desde un énfasis inicial en la investigación militar, el apoyo de las economías nacionales y la innovación, a preocupaciones sociales, de salud y ambientales más amplias, hasta el énfasis actual en los desafíos globales y la sostenibilidad social, económica y planetaria. Esta amplia evolución de prioridades ha ido acompañada de cambios en la organización social del esfuerzo científico. Se ha evolucionado de una hegemonía de la ciencia disciplinaria a la importancia de la colaboración multidisciplinaria e interdisciplinaria, esencial para manejar sistemas multifacéticos y acoplados en la sociedad, la salud y el medio ambiente. Se ha evolucionado hacia una ciencia contemporánea que reconoce que la producción de conocimiento, si ha de ser eficaz para hacer frente a desafíos complejos, debe distribuirse socialmente, responder a las necesidades sociales, ser transdisciplinaria y estar sujeta a varios ámbitos de rendición de cuentas. El contrato social está cambiando a uno en el que la ciencia está abierta a la sociedad: de manera transparente y participativa.

El contrato social
está cambiando a uno
en el que la ciencia está
abierta a la sociedad: de
manera transparente y
participativa.



CIENCIA ABIERTA: LA CIENCIA COMO EMPRESA PÚBLICA

47. El movimiento de la ciencia abierta es la manifestación contemporánea de esta evolución progresiva. Busca hacer accesible la investigación científica y su difusión a todos los niveles de una sociedad indagadora como parte de la co-creación de conocimiento para el bien público global [22]. Aunque los beneficios de la ciencia abierta han sido en gran medida cuestiones de conjetura, la respuesta científica mundial a la pandemia de COVID-19 ha sido un poderoso ejemplo de ciencia abierta en acción. Una amplia variedad de científicos ha aplicado y puesto a trabajar de manera creativa sus conocimientos, han producido bases de datos y sitios web, han puesto en cortocircuito los engorrosos procesos de publicación convencional, han compartido datos e ideas con una apertura sin precedentes a través de la interfaz público-privada. Lo han hecho de maneras que dejan de lado las restricciones convencionales y exponen de manera implacable algunos de los procesos que inhiben la eficacia de la ciencia para contribuir al bien público mundial. El director del Instituto Nacional de Salud de EE. UU. comentó: “Nunca he visto nada como esto” - “el esfuerzo fenomenal cambiará a la ciencia - y a los científicos - para siempre” [23]. ¿Debería ser ésta la nueva normalidad? ¿O se debería permitir que la ciencia retroceda a sus viejas costumbres y a las normas más restrictivas de una investigación científica mucho más convencional? La adopción unánime por parte de los 193 Estados miembros de la UNESCO de su *Recomendación sobre Ciencia Abierta* en noviembre de 2021 podría ser un paso importante dirigido hacia esta nueva normalidad [24]. Ese acuerdo intergubernamental podría ser una poderosa palanca para el cambio, pero el profundo compromiso de la comunidad científica internacional y sus órganos representativos es vital para que la gobernanza de una nueva era de la ciencia se adapte bien al servicio del bien público mundial.

REFERENCIAS

- [1] <https://en.unesco.org/udhr>
- [2] Brecht, B. 1939. The life of Galileo. <https://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/lifeofgalileo.pdf>
- [3] Kaul, Inge, Isabelle Grunberg and Marc A. Stern (eds.) (1999). Global public goods: international cooperation in the 21st century. Oxford University Press, Inc.
<https://oxford.universitypressscholarship.com/view/10.1093/0195130529.001.0001/acprof-9780195130522>
- [4] Feynman, R. P. 1974. Cargo Cult Science. Caltech Commencement Address, available at: <http://calteches.library.caltech.edu/51/2/CargoCult.htm> (Accessed 15 February 2021).
- [5] Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. et al. 2016. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Sci. Data*, Vol. 3, 160018. <https://www.nature.com/articles/sdata201618> (Accessed 21 July 2020).
- [6] Baker, M. 2016. 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. *Nature*, <https://www.nature.com/news/1-500-scientists-lift-the-lid-on-reproducibility-1.19970> (Accessed 15 July 2020).
- [7] Miyukawa, T. 2020. No raw data, no science: another possible source of the reproducibility crisis. *Molecular Brain*, 13 (24). <https://molecularbrain.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13041-020-0552-2#auth-Tsuyoshi-Miyakawa>
- [8] Darwin, C. R. 1871. *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*. London, John Murray, Vol. 1. 1st edition, p. 385.
- [9] International Science Council. 2021. Opening the Record of Science: making scholarly publishing work for science in the digital era. Paris, France. <https://council.science/wp-content/uploads/2020/06/2020-02-19-Opening-the-record-of-science.pdf>
- [10] Gatti, R. 2020. Business Models and Market Structure within the Scholarly Communications Sector. International Science Council Occasional Paper. <http://doi.org/10.24948/2020.04>
- [11] Goodwin. 2012. “What is “Responsible Advocacy” in Science? Good Advice.” English Conference Papers, Posters and Proceedings. 5. http://lib.dr.iastate.edu/engl_conf/5
- [12] Science Editorial. 2003. Statement on Science Publication and Security. *Science* <https://science.scienmag.org/content/299/5610/1149.full.pdf%2Bhtml>

- [13] Boulton, G.S. and Lucas, C. 2008. What are universities for? League of European Research Universities Report. <https://www.leru.org/files/What-are-Universities-for-Full-paper.pdf>
- [14] Grudniewicz, A., and 34 others. 2019. Predatory journals: no definition, no defence. *Nature* 576, 210-212 doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03759-y>
- [15] Chapman, C. A., Júlio César Bicca- Marques, J. C., Calvignac-Spencer, S., Fan, P., Fashing, P. J., Gogarten, J., Guo, S., Hemingway, C. A., Leendertz, F., Li, B., Matsuda, I., Hou, R., Serio-Silva, J. C. and Stenseth, N. C. 2019 Games academics play and their consequences: how authorship, h-index and journal impact factors are shaping the future of academia. *Proc. R. Soc. B.*, Vol. 286, No. 1916. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2019.2047>
- [16] Drucker, P.F. 1993. Post-Capitalist Society. Butterworth-Heinemann, Oxford. <http://pinguet.free.fr/drucker93.pdf>
- [17] <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>
- [18] Marshall, E. and Price, M. 2103. U.S. Supreme Court Strikes Down Human Gene Patents. *Science*. <https://www.sciencemag.org/news/2013/06/us-supreme-court-strikes-down-human-gene-patents>
- [19] Mazzucato, M. 2013. The Entrepreneurial State. Anthem Press, London. <https://mariamazzucato.com/books/the-entrepreneurial-state>
- [20] Gibbons, M. 1999. Science's new social contract. *Nature* (402), C82-82. <https://www.nature.com/articles/35011576>
- [21] Bush, V. 1945. Science The Endless Frontier. United States Government Printing Office, Washington. <https://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm>
- [22] Dykstra, P.A. 2019. Scientific research and social responsibility. In Neves, C. D. P. (Bio) Ethics, Science and Society. Fundacao Luso-Americana. pp: 81-89.
- [23] <https://www.theguardian.com/world/2020/dec/15/the-great-project-how-covid-changed-science-for-ever>
- [24] UNESCO, 2021. Draft text of the UNESCO Recommendation on Open Science. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378381.locale=en>