

El carácter fronterizo de la actividad científico-tecnológica

Sergio URUEÑA LÓPEZ

ECYT - Universidad de Salamanca

Introducción

La ciencia y la tecnología son actividades que se desarrollan en el seno mismo de nuestras sociedades. La relación entre ciencia, tecnología y sociedad es una relación de carácter bidireccional: del mismo modo que el desarrollo científico-tecnológico influye en la estructura y modo en que se desarrollan nuestras sociedades en general y en nuestra vida en particular, la sociedad dirige y marca los ritmos de la investigación, ya sea apoyando determinadas líneas de investigación o contribuyendo a la perpetuación y/o implementación de unas tecnologías en detrimento de otras.

Como toda realidad social, la ciencia se realiza dentro de un marco cultural concreto conformado por otra multitud de actividades, corpus teóricos y valores que, como los que la definen a ella, se encuentran sujetos al cambio histórico (Laudan, 1984). El perfil de la ciencia de la que hablamos hoy no encuentra entre los rasgos definitorios que la componen los mismos que la caracterizaban hace tan solo unos siglos. De hecho, diversos autores han tratado de conceptualizar estos cambios haciendo referencia a que nos encontramos dentro de un periodo donde prima la *ciencia reguladora*, la *ciencia post-normal*, la *transciencia*, etc (López y Luján, 2002). Así, por ejemplo, la “ciencia reguladora” de Jassanoff (1995) viene a hacer referencia a la nueva casuística donde el conocimiento científico es generado no ya al modo de la ciencia académica que tenía como objetivo llegar a la verdad, sino más bien el

servir de base en la orientación práctica y formulación de las políticas (o de la actividad pública en su conjunto, cabría añadir). Por otro lado, el concepto de “ciencia post-normal” de Funtowicz y Ravertz (1990; 1992; 1995) hace referencia a la nueva metodología que la ciencia lleva a cabo a la hora de resolver problemas en contextos donde se juega con factores de difícil control o contextos inciertos, donde los riesgos de decisión son altos y existen un alto índice de valores en disputa (Funtowicz y Ravertz, 1995, 155-156). Por último, el concepto de transcencia de (Weinberg, 1972: 1-2) hace referencia a aquellas situaciones en las que la ciencia y la tecnología tratan de abordar problemas de corte social, pero para los que aún no se poseen las herramientas y conocimientos suficientes para una resolución lo suficientemente efectiva y por tanto las respuestas ofrecidas vienen marcadas por un fuerte carácter de ambigüedad (en tanto *transcenden* a la actividad científica del momento). Este hecho, tal y como sugiere Weingart (1999), hace emerger diversas paradojas, como la existente a la hora de explicar la creciente y consistente confianza en la experticia tecnológica pese a su aparente ineffectividad a la hora de resolver problemas importantes.

Todas estas formas novedosas de denominar la ciencia vienen a recalcar dos ideas principales que, aunque obvias, no han resultado siempre reconocidas a lo largo de la historia de la Filosofía de la Ciencia. La primera hace referencia al reconocimiento de que la actividad científica (y cabría incluir también la tecnológica) se encuentra –en realidad siempre se ha encontrado– abierta a un tejido mucho más amplio del que en un principio pudo pensarse; un tejido en la que esta se halla inmersa junto con otra multiplicidad de actividades y disciplinas con las que hace frontera, interactúa e incluso gracias a las cuales llega a modular su propia identidad. La segunda idea principal tiene que ver con el hecho de que la ciencia actual se encuentra más orientada hacia el contexto del que surge y sobre el que ejerce su actividad de lo que probablemente lo estaba la ciencia del pasado. La emergencia de la era de la información y del conocimiento (Castells, 1997) en conjunción con la sociedad del riesgo (Beck, 1992; Giddens, 1990) y la racionalidad económica actual han ayudado a que el conocimiento experto (en especial el científico-tecnológico) se posicione dentro del imaginario colectivo como una herramienta de gran calibre de la que podemos hacer uso a la hora de tratar de solucionar los problemas más inmediatos que aquejan nuestras sociedades. En definitiva, lo que vienen a reflejar estas concepciones es el *giro pragmático-político* que dio la actividad científica a mediados del siglo XX orientándose más a la solución de problemas que al conocimiento del mundo (actividad más propia de la *ciencia académica o ciencia normal*). Un giro que a pesar de haberse realizado hace apenas un siglo, encuentra sus raíces ideológicas hacia al menos el siglo XVI (Brown, 2009: 52-55).

El objetivo del presente trabajo, es precisamente examinar el carácter fronterizo que posee la investigación científico-tecnológica en la actualidad en su afán de aplicabilidad político-social. Desde aquellas que hacen referencia a los límites éticos, hasta las concernientes a cuestiones epistemológicas o políticas de la misma. La finalidad no es otra que ofrecer una caracterización de la actividad científica más realista y alejada de científicismos ingenuos o sus contrarios. Para ello, en un primer lugar se realizará una dilucidación del concepto de “frontera”. Posteriormente, basándonos en ella, se explorarán los límites que actualmente presenta o debiera presentar la actividad científico-tecnológica. La ciencia es una actividad nuclear dentro de nuestras sociedades; ofrecer desde un punto de vista filosófico una reflexión sobre la misma puede ayudar tanto a una mejor comprensión de su naturaleza como a que se lleve a cabo una gestión de su praxis más razonable.

El concepto de frontera: descriptividad y normatividad en el límite

Podríamos definir una frontera como aquella entidad que delimita un objeto o sujeto, diferenciándole de otro(s) a la vez que otorgándole una identidad propia. La frontera, además de elemento constituyente de cualquier entidad, es a su vez un componente clave de transfiguración y de transgresión: es en la frontera donde los espacios que definen diferentes sujetos u objetos convergen, permitiendo el diálogo deliberativo o la pugna destructiva. Las fronteras -que pueden ser tanto realidades materiales como abstractas- pueden ser objeto de análisis, reflexión, conocimiento, crítica, modulación, etc. Pueden ser descritos, a la vez que pueden ofrecerse pautas para una futura reconfiguración.

Desde la dimensión descriptiva, podemos atender a los límites haciendo referencia tanto a lo que la cosa es como a aquello que en su ser-con-otros-seres le diferencia de ellos (*ontológicamente*). Podríamos describir el límite de los objetos físicos, contraponiéndolo al vacío; o atender a los márgenes geopolíticos marcados por los diferentes países o continentes que conforman nuestro planeta; así como referirnos a las diferentes fronteras que delimitan las disciplinas que se hallan en el mapa de nuestro conocimiento, etc. Desde el punto de vista descriptivo, el límite nos señala la existencia de un ámbito propio, autónomo, a la vez que nos invita a pensar su dependencia con respecto a lo-otro-que-limita. La frontera constriñe demarcando el ámbito de aplicabilidad dentro del que nos estamos moviendo y señalando los elementos constitutivos de aquello de lo que es frontera: nos indica lo que está dentro y lo que está fuera. Describir los límites de la ciencia y de la tecnología implicaría por tanto dirimir aquellos elementos constitutivos que le caracterizan o que le son más propios, a la vez que identificar aquello que diferencia a estas actividades con respecto a otras formas de conocimiento o acciones del ser humano. Dicho de otro modo, preguntarse por las fronteras de la ciencia y la tecnología desde el punto de vista descriptivo lleva implícito consigo una clara pretensión de buscar su naturaleza misma. De ahí que la búsqueda de un criterio de demarcación que delimite aquello que llamamos conocimiento científico de lo que no lo es haya sido (y siga siendo) una de las tareas centrales y uno de los problemas fundamentales dentro del ámbito de la Filosofía de la Ciencia (y no únicamente por su carácter teórico, sino también por su carácter práctico ante la necesidad de combatir las *pseudociencias*).

Desde el punto de vista normativo, pueden diseñarse pautas para la mejor gestión, disfrute o razonabilidad de las fronteras o límites de las cosas. En el caso del ser humano, diversas son las modas que han marcado las pautas de corporeidad humana que debían considerarse como bellas; en el caso de los límites geopolíticos de las naciones, guerras y tratados políticos han ido configurando a lo largo de la historia, etc. El cambio como cualidad potencial de las fronteras se erige como condición de posibilidad para las pretensiones descriptivas de (re)configuración del límite. El ser humano, provisto de *razón utópica*, busca siempre bajo esta instaurar aquellos modelos normativos que comprende como racionales con respecto a la consecución de determinados fines. Configurar los límites de la actividad científico-tecnológica desde el punto de vista prescriptivo implica por tanto hallar en ella elementos susceptibles de mejora y apuntar el modo en que estos podrían perfeccionarse o corregirse, teniendo en cuenta siempre el carácter de ideal regulativo que poseen las propuestas normativas.

A continuación, pasaremos al tratar algunas de las fronteras más significativas que presenta la actividad científico-tecnológica desde los dos planos anteriormente señalados: descriptivamente (aquellos que de facto tiene) y normativamente (aquellos que cabría tuviera, y que resultan deseables para un desarrollo de la misma en sociedad más razonable).

Las fronteras de la investigación científico-tecnológica

Las dimensiones bajo las que cabría aplicar el concepto de límite a la investigación científico-tecnológica y su aplicación son múltiples y muy variadas. Aquí nos centraremos no obstante en aquellas que han despertado un mayor interés en el campo de los estudios de la ciencia y la tecnología y, en especial, dentro de la filosofía, la sociología y la historia de la ciencia. Estas dimensiones son fundamentalmente la que he denominado “*onto-disciplinar*”, la epistémica (ligada a la frontera metodológica), la política y la ética.

El conocimiento científico-tecnológico y el problema de la verdad

Dentro del mapa del conocimiento y de los saberes humanos, la ciencia ocupa en la actualidad un papel destacado. Los eurobarómetros y encuestas nacionales señalan que la ciencia y la tecnología son campos en el que los ciudadanos se interesan, confían y dotan de gran autoridad a la hora de guiar sus prácticas vitales, especialmente en lo que se refiere a temas relacionados con el medioambiente -en el caso del interés- y la salud -en el caso de la autoridad y la confianza- (Muñoz, 2011).

Si bien la efectividad del conocimiento científico a la hora de predecir y/o de transformar la realidad (en el caso del conocimiento tecnológico) han generado una gran confianza en el mismo, siendo un recurso especialmente valioso en la toma de decisiones políticas, la dimensión pragmática no es la única que confiere al conocimiento científico un estatus especial en comparación con el resto de *epistemes* existentes. Es también su capacidad para explicar los fenómenos la que le otorga un gran valor cultural importante. La ciencia no nos aporta únicamente una serie de teorías que nos son útiles a la hora de transformar la realidad, sino que estas también nos aportan conocimiento sobre la misma.

Pero, ¿hasta dónde puede llegar la actividad científica a la hora de proporcionarnos conocimiento sobre el mundo? Dentro de la Filosofía de la Ciencia se han dado una gran variedad de respuestas y, aunque no cabe aquí tratar todas ellas, si cabe al menos realizar una aproximación a las corrientes generales que han tratado este problema. En general, podríamos encuadrar todas las posiciones existentes sobre la temática en un espectro gradual de posiciones filosóficas que oscilan desde el extremo del positivismo clásico, al constructivismo extremo de corte ficcionalista que conduciría a cierto relativismo epistémico. Mientras que el primero afirmaría que la ciencia nos proporciona la Verdad (esto es, tiene acceso a la ontología) del mundo, el constructivismo ficcionalista vienen a recalcar la idea de que la ciencia es un constructo social como cualquier otro sin valor epistémico alguno: únicamente es una ficción más entre otras y, por ello, no resulta adecuado concederle un estatus superior. Entre estas dos posiciones, que ejemplifican al *realismo ingenuo* y al *anti-realismo relativista* respectivamente, como cabría imaginarse, caben posiciones intermedias que resultan mucho más razonables.

En tanto no poseemos un método o criterio meta-científico que nos permita afirmar que las teorías científicas son verdaderas, no parece muy prudente desde el punto de vista filosófico hablar de que la ciencia nos proporciona la Verdad -en mayúsculas- del mundo. Pero un conocimiento profundo de las metodologías usadas dentro de la ciencia, así como de los procesos de validación que guían al conocimiento científico, tampoco nos permitiría afirmar que este es “una opinión más entre muchas” o, como hizo Feyerabend (1993, 14) defendiendo su anarquismo epistemológico, que dentro de ella “todo vale”. Las *limitaciones cognoscitivas*

del ser humano, así como las *técnicas* en cada etapa histórica, limitan la actividad científica a la hora de generar teorías científicas. Pero ello no significa, por otro lado, que esta limitación tenga que tener por necesidad graves consecuencias epistémicas para las mismas: los mecanismos y resortes que mueven la actividad científica justifican epistémicamente a la ciencia, aunque no puedan hacerlo en base a que esta garantice la Verdad de los enunciados que porta.

Y es que muchas de las disputas existentes dentro del debate del realismo contra el antirrealismo son en realidad una disputa entre dos modos de entender el concepto de verdad. Los antirrealistas aciertan a la hora de decir que la ciencia no nos aporta la Verdad o que las posturas realistas no tienen criterios suficientes para afirmar con garantías suficientes que el conocimiento científico es genuinamente Verdadero; no obstante, muchos realistas muestran su descontento ante estas críticas haciendo referencia a que ellos no hablan tanto de Verdad en un sentido absoluto, sino de *verdad parcial* (Popper, 1962; Marquis, 1990; Bunge, 2000), *verosimilitud* o *verosimilitud esperada* (Niiniluoto, 1978; 1987), etc. Estos conceptos vendrían a resaltar el carácter conjetural del conocimiento científico, nunca definitivo, siempre falible, revisable y perfectible. Con otras palabras, mientras que muchos de los anti-realistas están atacando o advirtiendo sobre la imposibilidad de usar un concepto de verdad clásica en relación a la ciencia factual (quedarían al margen las ciencias formales), los realistas tratan de sostener el carácter racional del conocimiento científico hablando de otro tipo de verdad no tan fuerte, pero con relevancia epistémica en tanto nos aporta explicaciones del mundo de corte racional y basado en las evidencias disponibles.

Muchos constructivistas, sin embargo, tratan de limitar el potencial epistémico otorgado por los defensores de la ciencia al conocimiento científico-tecnológico argumentando que este tiene el carácter de constructo social y, como tal, se encuentra traspasado por valores y objetivos espurios. Los científicos, en su contexto de competencia, buscan méritos, poder o subvenciones que les permitan continuar sus líneas propias de investigación y, para ello, en ocasiones realizan cualquier estratagema necesaria para conseguir tal fin, aunque ello signifique sesgar las investigaciones o camuflar algunas evidencias disponibles. Sin detenernos por el momento en las dimensiones éticas de este tipo de problemática, cabe analizar hasta qué punto esto afecta al estatus epistémico de las teorías científico-tecnológicas. Obviamente, no admitir que en la actividad científica también se den este tipo de prácticas, sería un craso error: la casuística, repleta de casos particulares, es amplia y enseguida la historia podría dejarnos en evidencia. Pero el hecho de que se pueda mostrar como ciertos científicos llevaron a cabo una mala praxis de la ciencia es ya en sí mismo un hecho positivo: la ciencia en su generalidad trata de eliminar todo tipo de conocimiento que porte consigo cualquier tipo de sesgo, haciéndolo público a la comunidad cuando se opera de otra manera o negando al científico o grupo investigador en particular la carta de ciudadanía dentro de la república de la ciencia. Sin duda la ciencia está traspasada por valores que no tienen por qué ser todos ellos de carácter epistémico (Echeverría, 2002), pero su *modus operandi* interno trata de someter los resultados a escrutinio público, de manera que cualquier individuo o grupo de individuos con otro tipo de valores extra-científicos (pero con los mismos valores intra-científicos) presumiblemente pueden validarlos y someterlos a crítica.

En este sentido, la racionalidad científica a la hora de generar conocimientos se encuentra limitada por los propios límites cognoscitivos del hombre, pero a la vez, en tanto realidad meta-generacional, es capaz de sobrepasar los límites espaciales y temporales de los sujetos concretos que la crean y modifican, como cualquier otra realidad cultural. En este sentido, y tal y como afirma Susan Haack (2003), la razón científica tiene sus bases en la razón humana,

pero de forma ampliada por los instrumentos lógicos, matemáticos y técnicos, así como por el bagaje histórico-conceptual que acumula el ser humano. Somos enanos, en tanto podemos descubrir pocas cosas por nosotros mismos, pero somos gigantes, en tanto contamos con un trabajo en nuestras espaldas que nos eleva sobre el horizonte y nos permite otear el mundo de una manera más rica en matices y bajo una panorámica más amplia.

*La ciencia y el conocimiento tecnológico ante otras disciplinas:
el límite onto-disciplinar*

A pesar de que la ciencia es un instrumento racional a la hora de explorar la realidad y cuyo producto podemos interpretar como fiable (aunque perfectible, falible, etc.) ello no significa que solo la ciencia pueda proporcionarnos todo el conocimiento sobre el mundo o que ella agote el conocimiento que haya de ser tenido en cuenta. Los límites “onto-disciplinarios” hacen referencia tanto a las limitaciones internas como externas que la ciencia en general y cada sub-disciplina científica en particular poseen a la hora de dar cuenta de la realidad en su complejidad.

Desde el punto de vista externo, toda ciencia se encuentra limitada por su metodología de corte naturalista: apegada a los hechos empíricos. En este caso, el conocimiento que la ciencia nos aporta es un conocimiento factual. Un conocimiento que sin embargo no tiene fuerza a la hora de resolver problemas que se dirimen en el terreno de lo meta-empírico: como pueden ser cuestiones de tipo metafísicas, epistémicas, normativas (ética, política y metodológica), hermenéuticas y/o axiológicas o valorativas (aun cuando pueda -y debiera- servir a las mismas a la hora de fundamentar cada uno de los juicios emitidos). De ahí que la ciencia se mueva en distintos ámbitos de realidad que la filosofía, el arte o la religión; limitando e interactuando con estas.

Desde el punto de vista interno, cabría tener en cuenta que cada una de las diferentes sub-disciplinas científicas a su vez están formando micro-fronteras dentro de sí, se dedican a estudiar una parcela concreta de la realidad de forma detallada, llegando a niveles crecientes de especificación y especialización. Los límites onto-disciplinarios vienen a hacer referencia a las diferentes metodologías existentes dentro de cada disciplina, cada una de las cuales marca un ámbito o dimensión de descriptividad específico para el cual la disciplina en concreto estaría legitimada para emitir juicios descriptivos. Con este límite, se señala la necesidad de que cada disciplina mantenga su rango de aplicabilidad a la hora de tratarnos de ofrecer modelos sobre la realidad, aun cuando pueda construir conjuntamente con otras un conocimiento más abarcador y comprensivo –tesis defendida especialmente por los denominados movimientos inter- y transdisciplinar (Gómez, 2016)–. Los límites intracientíficos deben estar llamados por ello a ser rebasados una vez que se quiere crear un conocimiento abarcador; ellos mismos invitan a evitar todo proceso de reduccionismo que nos lleve a explicar todo ámbito de la realidad posible a partir de los principios básicos de una sola disciplina (como ocurre, por ejemplo, cuando se trata de explicar el fenómeno del amor únicamente en base a transmisiones neuroquímicas, o describir los conflictos políticos en base a cuestiones meramente económicas).

Ciencia, tecnología y democracia: el límite político de la ciencia

La ciencia y la tecnología encuentran entre sus límites más claros aquellos que hacen referencia a las políticas científico-tecnológicas. Por un lado, la ciencia que se realiza hoy en día necesita de grandes subvenciones para ser desarrollada, algo que caracteriza a la ciencia

elaborada a partir y durante la Segunda Guerra Mundial (un claro ejemplo de esta forma de realizar ciencia, la llamada *Big Science*, es el “Proyecto Manhattan”). La ciencia y el conocimiento tecnológico necesita inevitablemente de subvenciones de carácter público, provistas por los Estados, si no se desea que todo el conocimiento y la producción tecnológica se encuentre dirigida por los mecanismos propios del mercado (dejando de lado, por ejemplo, la investigación básica u otro tipo de investigaciones que pese a tener una gran significatividad, esta no sea en sentido monetario).

Por otro lado, la jurisdicción de cada país, elaborada políticamente, limita el modo en que se realiza ciencia ya sea marcando una estructura de un sistema de I+D+i ineficiente (lo que incluye una mala gestión del sistema educativo o formativo), como cohibiendo de manera explícita o tácita la investigación sobre determinadas temáticas. Un ejemplo de cohibición explícita sería aquella que impide por la ley entrar en determinados asuntos de controversia nacional (tal y como ocurre en algunos Estados de corte autoritarios en lo que atañe a las investigaciones socio-históricas), mientras que un ejemplo de cohibición tácita sería la creación de mecanismos de evaluación competitivos en los que no se tenga en cuenta la diversidad disciplinar o, dicho de otro modo, el someter a un mismo canon valorativo proyectos de investigación provenientes de diferentes disciplinas (de modo que se favorece en la promoción a aquellas disciplinas desde los que el modelo fue creado).

Además de los límites económicos y jurídicos, cabría que la ciencia encontrase otro límite desde el punto de vista más genuinamente político: aquél que hace referencia a la decisión pública de qué ciencia realizar y qué tecnologías desarrollar. La ciencia, en tanto asunto de trascendencia pública, debería ser objeto de debate en el plano de lo social. No obstante, las exigencias para realizar este proyecto utópico normativo, son bastantes y difíciles de conseguir y conjugar. Primeramente, nos encontramos con el problema de la legitimidad frente a la extensión (Ramírez Sánchez, 2006): teniendo en cuenta que un número limitado de personas poseen un conocimiento científico-tecnológico limitado y los contextos democráticos fuertes advierten que las decisiones deben ser tomadas por la ciudadanía en su conjunto, ¿deben las decisiones dejarse en manos únicamente de los expertos o deben ser abierto el proceso deliberativo a un público que elegirá sin disponer muy probablemente del conocimiento necesario para la toma de decisiones sobre ese ámbito concreto? Ello lleva a la necesidad de crear mecanismos bidireccionales de interacción que ayuden a implicar tanto volitiva como cognitivamente a los agentes no-especializados en la ciencia y en cuestiones tecnológicas, lo que implica crear nuevos modelos comunicativos de la ciencia. Una ciencia y una tecnología más abiertas a la ciudadanía debe contemplar el hecho de que necesita de la ciudadanía no solo a la hora de subvencionar la actividad, sino también a la hora de legitimar la necesidad de seguir en una dirección concreta que podría estar más acorde a los intereses generales de la ciudadanía en vez de otra. Pero claro está, todo ello supone la existencia un humus ético-cívico y ciudadano, política, cognitivamente y evaluativamente competente en lo que se refiere al campo de la investigación científica y al desarrollo tecnológico.

Hasta donde investigar y a qué servir: los límites éticos de la investigación científico-tecnológica

A todo lo señalado anteriormente cabría añadir otro tipo de límites: aquellos que hacen referencia a la dimensión ética de la investigación científico-tecnológica. Estos límites pueden ser tanto concretos (relativos a la investigación científica *per se*) como generales (referentes a la ciencia como que-hacer humano).

Aquellos límites éticos concretos vienen a marcar lo que consideraríamos como una ciencia y tecnología ética (responsable, justa, transparente, equitativa, etc.). Ello implica desde el cumplimiento de los estándares de la “buena investigación” (como el respeto por las ideas, el reconocimiento de la autoría -evitar el plagio-, o la no falsación/ocultación de datos) como al reconocimiento justo, la equidad entre sexos en la promoción académica, la no discriminación por razones culturales, o la valoración justa y libre de intereses o influencias de carácter personal a la hora de optar y promocionar a las diferentes plazas de investigación. Desde el punto de vista tecnológico, ello implicaría la creación, diseño, implementación y perpetuación de tecnologías más responsables ecológicamente y socialmente hablando.

Los límites éticos generales hacen referencia a aquellas fronteras que afectan a la ciencia en tanto actividad humana realizada dentro de un contexto socio-cultural complejo. La investigación haciendo uso de animales o células madre, así como la experimentación con humanos sería uno de los temas límite que cabría fueran tratados. No obstante, también cabría hablar de la aplicabilidad de los avances científico-tecnológicos: hasta qué punto la clonación o la modificación de ADN para la producción masiva agrícola o animal son prácticas éticamente permisibles o cabe fueran sujetas a algún tipo de restricción legal y práctica. Asimismo, cabría plantearse problemas como la privatización y comercialización del conocimiento científico por parte de determinadas industrias, como sucede a gran escala con el caso concreto de las farmacéuticas o a nivel micro en las revistas científicas (algo que incluiría tocar temas relativos a la transparencia de las corporativas y multinacionales, o al conocimiento de libre difusión y acceso). Por último, respecto a la producción y distribución tecnológica, cabría plantearse la desigual distribución de las mismas, tanto a nivel micro (dentro de cada sociedad) como a nivel macro (entre países desarrollados y no-desarrollados) y cómo estas desigualdades afectan a problemas de máxima prioridad como el hambre, la enfermedad o la pobreza.

Sin duda, dilucidar todas estas cuestiones y situarnos en los límites de la ciencia y problematizarlos ayudaría a identificar los diferentes problemas existentes, lo cual es un primer paso hacia la resolución de los mismos y la mejora del sistema científico-tecnológico.

Conclusiones

A lo largo de las páginas anteriores se han señalado algunos de las fronteras más destacadas que presenta la investigación científico-tecnológica. Como se ha podido ver, el concepto de frontera, asociado al de “límite”, posee dos dimensiones fundamentales: una descriptiva (en tanto nos señala lo que la cosa *es*, nos demarca una realidad), a la vez que una normativa (en tanto es posible diseñar y modificar esa frontera con la finalidad de mejorar la realidad que delimita en algún sentido u aspecto concreto).

Teniendo en cuenta estas dos dimensiones, se han explorado cuatro límites: el epistemológico, el “onto-disciplinar”, político y ético. Desde el punto de vista epistémico, y en contra de los modelos extremadamente positivistas o constructivistas, nos encontrábamos con que la ciencia se presenta como una actividad humana y, como tal, se encuentra limitada por las facultades que nos caracterizan. No obstante, la técnica y el carácter meta-generacional de este conocimiento permite llevar a estas capacidades más allá de sus posibilidades originarias. Siendo por todo ello razonable interpretar el conocimiento científico como genuino conocimiento, aun cuando este no agote, por otro lado, todo el conocimiento posible y disponible sobre la realidad y no pueda por ello dar respuesta a todos los interrogantes humanos (en tanto solo tiene acceso a aquello que su metodología naturalista le permite).

Desde este último punto, la ciencia encontraría un límite “onto-disciplinar” claro, que se reproduce así mismo dentro de la propia práctica científica: cada disciplina, con su método, puede decir algo acerca de lo su objeto, pero no sobre el objeto de otra disciplina vecina si estas no comparten la misma metodología.

La ciencia, ella misma realidad política, encuentra asimismo claros límites en esta dimensión: por un lado, debe estar sujeta a la regulación ciudadana y legal, ya sea en lo que se refiere a las líneas de investigación a promocionar como en el modo de aplicar y promover el uso de determinadas tecnologías. En este uso público de la ciencia, además, la ciencia encontraba claros límites éticos: tanto los relacionados con aquello que podría definir una “buena investigación científica” como lo relativo a su aplicación y desarrollo dentro de su contexto social y natural.

Referencias bibliográficas

- Beck, Ulrich (1992). *Risk Society: Towards a New Modernity*, Londres, Sage. Traducción al inglés de *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*, 1986.
- Brown, Mark B. (2009). *Science in democracy: Expertise, institutions, and representation*, Cambridge, MIT Press.
- Bunge, Mario (2000). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*, Madrid, Siglo XXI.
- Castells, Manuel (1997). *La era de la información: economía, sociedad y cultura. La sociedad red*, Madrid, Alianza.
- Echeverría, Javier (2002). *Ciencia y Valores*, Barcelona, Ediciones Destino.
- Feyerabend, Paul (1993). *Against Method*, Londres, Verso.
- Funtowicz, Silvio O. y Jerome R. Ravetz (1990). Post-normal science: a new science for new times, *Scientific European*, 169: 20-22.
- Funtowicz, Silvio O. y Jerome R. Ravetz (1992). Three types of risk assessment and the emergences of post-normal science, en Krimsky, Sheldon y Dominic Golding (eds.). *Social theories of risk*, Westport, Praeger, 251-274.
- Funtowicz, Silvio O. y Jerome R. Ravetz (1995). Science in post normal age, en Westra, Laura y John Lemons (eds.), *Perspectives on Ecological Integrity*, Netherlands, Springer, 146-161.
- Giddens, Anthony (1990). *The Consequences of Modernity*. Stanford: Stanford University Press.
- Gómez, Francisco J. (2016). *¿El mito de la ciencia interdisciplinar? Obstáculos y propuestas de cooperación entre disciplinas*, Madrid, Catarata.
- Haack, Susan (2003). *Defending Science – within reason: between Scientism and Cynism*, New York, Prometheus Books.
- Jasanoff, Sheila (1995). Procedural choices in regulatory science, *Technology in Society*, 17: 279-293.
- Laudan, Larry (1984). *Science and values*, Berkeley: University of California Press.
- López Cerezo, Jose A. y José L. Luján (2000). *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza.
- Marquis, Jean-Pierre (1990). Partial Truths about Partial Truth, en: Weingartner, Paul y Georg Dorn (eds.). *Studies on Mario Bunge's treatise*, Amsterdam, Rodopi, 61-78.

Muñoz, Emilio (2011). *Eurobarómetro 2010 sobre Ciencia y Tecnología. La situación de España en el Contexto Europeo*, Madrid, CIEMAT.

Niiniluoto, Ilkka (1978). Truthlikeness: Comments of Recent Discussion, *Synthese*, 38(2), 281-329.

Niiniluoto, Ilkka (1987). How to Define Verisimilitude, En: Kuipers, Theo (ed.). *What is Closer-to-the Truth?*, Amsterdam: Rodopi, 11–23.

Popper, Karl R. (1962). *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos.

Ramírez Sanchez, Sandra L. (2006). Conocimiento y democracia: expertos y experticia en los procesos de socialización del conocimiento, *Península*, 1(1), 95-108.

Weinberg, Alvin M. (1972). Science and trans-science, *Minerva*, 10: 209-222.

Weingart, Peter (1999). Scientific expertise and political accountability: paradoxes of science in politics, *Science and Public Policy*, 26(3): 151-161.