



Perspectivas en Ciencia y Tecnología en Sociedad: de las herramientas a los riesgos

Hernán Miguel¹

RESUMEN

Las prácticas y los productos de la ciencia y la tecnología sin duda son relevantes para delinear el tipo de sociedad en la que estamos inmersos. A la vez, tales prácticas tienen lugar como parte de la cultura de esa sociedad y están traccionadas por las demandas de soluciones que esa misma sociedad presenta a sus integrantes involucrados directamente en tales prácticas. De este modo la ciencia y la tecnología en una sociedad muestran una intrincada red de interacciones, de manera que en ocasiones podríamos enfatizar los modos en que la ciencia y la tecnología han contribuido a resolver algunos problemas, o bien concentrarnos en los efectos no deseados que producen generando más problemas que los preexistentes. En este trabajo proponemos una forma de concebir la ciencia y la tecnología en la sociedad que intenta superar las posiciones ingenuas que puedan llevar a valoraciones extremas de la ciencia y la tecnología.

PALABRAS CLAVE

CTS – racionalidad instrumental – riesgo – sociedad del conocimiento

¹ Licenciado en Física (UBA), Doctor en Filosofía (UNLP), Profesor Titular Universidad de Buenos Aires. ciencias@retina.ar

ABSTRACT

Science and technology are relevant in shaping our society by means of their practices and products. At the same time, those practices are part of the culture belonging to that society, and driven by the problems concerning the community asking for some kind of solution to those directly involved in such practices. In this way, science and technology in society offer a complex net of interactions that can lead to consider them as tools for solving problems or, on the contrary, the origin of new difficulties getting worse the scenery of the initial problems. In this paper we propose a way to conceive science and technology trying to go beyond some naïve points of view that tend to give extreme values to this activities.

KEYWORDS

STS – instrumental rationality – risk – society of knowledge

1. POLÉMICAS ENTRE ATRACTORES

Las polémicas sobre la forma en que los productos y prácticas de la ciencia y la tecnología son recibidos y se articulan en una sociedad son muy amplias y con muchos debates de gran interés. Algunas aristas se refieren a abordar la articulación mostrando el impacto de las consecuencias no deseadas, su eficacia o deficiencias en resolver los problemas para los cuales esos conocimientos se suponen relevantes, qué papel juega la sociedad como un todo en demandar a la ciencia y a la tecnología un papel activo en la búsqueda de soluciones, en qué medida la sociedad se siente afectada sin sentirse parte de esas prácticas, y otros tantos aspectos que, aunque forman parte de la temática, siempre resaltan algunas notas distintivas sobre otras. Esta característica es inevitable al abordar una problemática tan rica, compleja y que presupone valoraciones por parte de los involucrados en la discusión.

Otros aspectos relacionados con el panorama anterior pero con peso propio para el desarrollo de posiciones diversas es la discusión sobre la neutralidad o no neutralidad del conocimiento científico y tecnológico. En este caso, uno de los extremos sostiene un punto de vista neutralista según el cual la ciencia y la tecnología no son ni buenas ni malas sino

que la política y el uso por parte de los seres humanos es quien carga con estas valoraciones. En el otro extremo se ubican quienes sostienen que cada artefacto tecnológico ya en su diseño y concepción contiene los valores embebidos de modo que no podría sostenerse su neutralidad a lo largo de la vida de los artefactos, métodos, conocimientos y procesos.

Una faceta adicional en la que existe una fuerte polémica es la que aborda el problema de la formación ciudadana y su alfabetización científica y tecnológica. Aquí la dicotomía nos da a elegir o bien la teoría de la iluminación en la que los técnicos y expertos deben hacer llegar el conocimiento y los procedimientos a los ciudadanos a través del sistema escolar, o bien la posición en la que la propia población debiera tomar el control del desarrollo científico y tecnológico para evitar depender de decisiones de los tecnócratas, por lo cual la tarea de alfabetización pierde gran parte de su carácter presuntamente asimétrico en el que alguien enseña y otro aprende.

Hasta aquí podría albergarse la ilusión de que los extremos son las posiciones que enmarcan todo un espectro de grises que va de una punta a la otra. Sin embargo esta sensación no redundará en una estrategia fecunda ya que, al tratarse de si existen grupos separados entre los beneficiados o los afectados por los daños, la respuesta vuelve a ser dicotómica, a pesar de que alguien quisiera estimar el grado de daño y la cantidad de afectados como si eso pudiera diluir la respuesta por sí o por no. De manera que no se trata de escapar a las dicotomías por la vía de mostrar que no hay un límite preciso entre los extremos y por lo tanto el paso de la dicotomía a la polaridad que representa un espectro continuo de un extremo al otro sólo va a desplazar el problema a otra zona de conflicto. El esfuerzo deberá realizarse de un modo radicalmente diferente. El presente trabajo es un intento en la dirección de este nuevo horizonte.

2. LA PIEDRA EN EL ZAPATO

Este panorama nos resulta paradójicamente nada neutral y decididamente deficiente en varios aspectos.

Dada la forma en que se van desarrollando las discusiones, pareciera inevitable que en cada faceta aparezca una polarización que instituye como viables, legítimos y deseables dos posiciones antagónicas que pugnan por dominar la representación y el posicionamiento de los ciudadanos. Todo sucede como si no pudiéramos escapar a las caracterizaciones

que ya en 1959 señalara Charles Snow de las dos culturas: la científica y la humanista.²

Por un lado sostenemos que esta dicotomía es deficiente por no poder dar cuenta de casos paradigmáticos para los cuales las intuiciones de todo ciudadano avalarían posiciones que desde cada uno de esos polos quedan desestimadas.

Por otro lado, no es neutra, porque en su polarización nos invita a tomar partido activamente para ubicarnos en favor o en contra de una de esas perspectivas, sin dejar espacio a una discusión de orden superior acerca de si éstas debieran ser nuestras opciones o si sólo se trata de un estado del arte en la percepción y conceptualización de qué significan la ciencia y la tecnología para nuestra comunidad, cómo se articulan esas prácticas con otras prácticas culturales y de qué modo algunos individuos de nuestra propia comunidad toman parte en esas actividades y cómo otros ciudadanos se ubican como usuarios críticos o acrílicos de tales productos y prácticas. En otros términos, la invisibilización de nuevos modos de comprender las relaciones de ciencia y tecnología al interior de una comunidad, tiene mucho más el efecto de reclutar huestes para la controversia que generar una superación crítica de las diferencias.

3. LAS PALABRAS Y LAS COSAS..

Las palabras con las que describimos las cosas no son neutras. Al referirse a un recorte que los humanos hacemos de nuestra realidad interior y de la circundante, las palabras elegidas pueden transmitir una sensación de neutralidad que debe ser puesta en duda. En las temáticas sobre la ciencia y la tecnología, en lo que respecta al análisis de las relaciones que se entablan entre sus prácticas y productos y el resto de las actividades sociales, la nomenclatura puede ser engañosa. En la literatura se suele hablar de temáticas de CTS y con ello se hace referencia a “Ciencia, Tecnología y Sociedad”. En estas temáticas suele ponerse énfasis en cuestiones como que la ciencia y la tecnología atraviesan las prácticas sociales, que los efectos no deseados de los desarrollos científicos y tecnológicos ponen a la sociedad frente a problemas nuevos e inesperados, o bien se señala la tecnociencia como aquellas prácticas que deben analizarse en virtud de los valores que cada comunidad desea preservar.

² Snow (2000).

Nos gustaría señalar que, dicho con esas palabras, la lectura podría identificar tres diferentes entidades, de las cuales las dos primeras, ciencia y tecnología, hacen impacto sobre la tercera, la sociedad.

Aun cuando luego el análisis detallado muestre que las prácticas y los productos de la ciencia y la tecnología influyen sobre la sociedad y que también la sociedad influye sobre el curso de las investigaciones y los desarrollos, no deja de promoverse una visión en la que se distinguen por un lado la ciencia y la tecnología, y, por el otro, la sociedad.³

Esta visión entorpece vislumbrar varios aspectos relevantes para la toma de posición en la discusión. Por un lado no están presentes las relaciones entre ciencia y tecnología con el mismo nivel de interés que las relaciones que ambas en conjunto entablan con la sociedad. Por otra parte, el inevitable orden lineal para elegir las palabras parece condenar a la sociedad a ser la receptora de los efectos de la ciencia y la tecnología y no su promotora principal, como podría leerse de haber llamado a este campo “Sociedad, ciencia y tecnología”.

No es casual esta interpretación de influencia unidireccional. En lo que solía ser el imaginario popular, aunque no lo es más en la actualidad,⁴ los científicos trabajan en soledad, descontextualizados de su entorno social, en proyectos que no tienen en cuenta las problemáticas de su comunidad y creyendo que sus investigaciones muy probablemente no tengan mucha relación con los problemas que preocupan a la sociedad. En esta misma percepción atribuida a los legos, los desarrollos tecnológicos son aprovechados en el plano económico mucho antes de conocerse sus posibles efectos nocivos, sus complicaciones futuras y sin medir el modo en que afectará las prácticas culturales y los valores de la comunidad o incluso podría afectar parte del entorno poniendo en riesgo la posibilidad de que

³ Latour (1987: 141) critica el modelo que trata a la sociedad separada de la dinámica de la ciencia y las técnicas: “¡Así es como acabamos con la idea de que hay tres esferas, ciencia, tecnología y sociedad, en las que debe estudiarse el impacto de cada una de ellas sobre las otras!” (de la versión en español, Editorial Labor, 1999).

⁴ Véase Ferreyra y Bono (2014). Debe señalarse que hay heterogeneidad en la percepción social de la ciencia y la tecnología. Los ingresantes a Psicología de la Universidad de Mar del Plata adhieren a “una imagen de ciencia autónoma, controlada mayoritariamente por los mismos científicos, en la que la dimensión ética aparece desdibujada o al menos confusa” mientras que, en las encuestas a estudiantes de nivel medio / secundario de escuelas de la ciudad de Buenos Aires y alrededores, “Ocho de cada diez estudiantes manifiestan confianza en los beneficios de la ciencia y la tecnología [...]” y “[...] la idea del científico raro, solitario y distraído no es apoyada por los estudiantes [...]”.

las generaciones futuras puedan tomar decisiones como las que podemos tomar en la actualidad. Estas percepciones, entre otras, hacen que sea plausible y altamente probable la interpretación de que la relación CTS se refiera a que la ciencia y la tecnología hacen impacto sobre la sociedad.

A pesar de que muchas lectoras no incurrieran en la interpretación señalada, quisiéramos reafirmar una visión diferente. Para visualizar el problema de forma gráfica, en la figura 1 se muestran dos modos de representar las entidades nombradas en CTS.



Fig. 1. Ciencia, Tecnología y Sociedad o Ciencia y Tecnología en Sociedad.

Sostendremos que es necesario pasar del gráfico *a* al gráfico *b* de la figura 1. Y para ello la redacción debe pasar de “ciencia, tecnología y sociedad” a “ciencia y tecnología en sociedad.”

Un pequeño paso para un hablante pero un gran salto para concebir la complejidad de las relaciones entre ciencia y tecnología en el seno de una sociedad que lleva a cabo esas prácticas.

La sociedad es donde tienen lugar las prácticas de investigación científica y desarrollo tecnológico. Algunos actores de esa sociedad están involucrados directamente en estas prácticas. Otros están alcanzados por los productos como usuarios del conocimiento y de los artefactos. Algunos individuos y grupos se manifiestan o albergan inquietudes sobre problemas que les resultan acuciantes. De entre ellos, algunos demandan de la ciencia y la tecnología algún tipo de solución mientras que otros pueden esperar que la solución provenga de otras prácticas culturales.⁵ Incluso algunos pueden señalar a la ciencia y la tecnología como causas de ciertas problemáticas previamente inexistentes o que han sido agravadas por ellas. Por otra parte, los posibles beneficios de los productos disponibles gracias a la ciencia y la tecnología pueden alcanzar a toda o una parte de esa sociedad al igual que los posibles daños. Los actores que tienen posibilidad de beneficiarse

⁵ *Op. cit.* p. 76. Se reseña que frente a graves problemas de salud el 70 % de la población tendría en cuenta “principalmente” la información de los profesionales de la medicina y la salud. El 17 % sostiene que la opinión de los médicos no sería determinante, el 3 % buscaría auxilio en su iglesia y el 10 % buscaría tratamientos en medicinas alternativas.

pueden ser los mismos que tienen posibilidad de recibir un daño o bien los posibles beneficios y daños pueden alcanzar a grupos diferentes.

Este panorama resulta entonces en una intrincada madeja de relaciones entre individuos y grupos involucrados en prácticas de CyT, usuarios, denunciantes de problemas, demandantes de soluciones, demandantes de cese de ciertas actividades, promotores de la investigación, optimistas o pesimistas sobre los resultados, personas y grupos angustiados por la falta de soluciones, otros no afectados por ciertos problemas pero contribuyentes monetarios y con opinión sobre las soluciones elegidas, individuos y grupos de reflexión sobre estas prácticas y sus relaciones y así un sinnúmero de formas de concebir el modo en que cada uno se siente atravesado por la ciencia y la tecnología y toma posición explícita o implícita en favor o en contra de cada uno de los desarrollos e investigaciones.

Existe una segunda polémica para tener en cuenta la carga de los términos utilizados en las discusiones. Se trata de la elección entre la terminología “ciencia y tecnología” para abordar el análisis de los productos y las prácticas en estas áreas, o referirnos a estas actividades como “tecnociencias”. Esta polémica está relacionada con la anterior sobre la terminología CTS *versus* CyT en S, pero mantiene cierto grado de autonomía.

Una vez más la neutralidad de la terminología es nula. En consonancia con lo que hemos señalado, durante el siglo XX ha sido intensa la discusión sobre la presunta neutralidad valorativa de la ciencia y la tecnología. Se han realizado esfuerzos y avances para delimitar la discusión distinguiendo entre la racionalidad de medios a fines, típica de la tecnología, y la cuestión del contexto de uso de cada tecnología, logrando así acotar la cuestión de los valores no epistémicos y asociándolos a los diferentes contextos de uso (Quintanilla, 2005). Esta visión sin duda supera ampliamente la presunta neutralidad valorativa tradicional asociada a una distinción entre hechos y valores, y que pretendía sostener la validez de los conocimientos y procedimientos independientemente de su contexto social de construcción y aplicación, como bien lo recuerda Radder (2013) asociando esta visión con la tradición positivista. Debe señalarse, en cambio, que la crítica al neopositivismo pierde de vista que esta corriente de principios del siglo XX reconoce explícitamente la existencia de valores no epistémicos en las prácticas científicas, como lo hace notar Gómez (2014). Por lo tanto, no es sencillo asociar la denuncia de la no neutralidad de la ciencia con las corrientes antipositivistas, ya que los positivistas más cercanos en el tiempo defienden el compromiso que la ciencia debe tener con la política y la transformación de la sociedad.

El avance señalado consiste en asociar la presencia de valores no epistémicos a los contextos y reconocer que no hay desarrollo científico o tecnológico ni aplicaciones que no tengan lugar en algún contexto, por lo cual no habrá prácticas científicas ni tecnológicas que no estén asociadas, *via* estos contextos, con valoraciones no epistémicas. Se trata sin duda de una superación de la dicotomía internalismo *versus* externalismo, que suele reaparecer bajo nuevos ropajes como ha sido señalado agudamente por algunos autores (Latour, 1983).

No obstante este reconocimiento, la discusión ha ido más lejos de manera que, por un lado, se podría abordar el análisis directamente asociado a la indagación de cuáles son los valores que están presentes en cada práctica (Lacey, 1999, 2012), o bien introducir nuevas categorías para los contextos de esas prácticas (Tula Molina, 2006), o incluso poner en evidencia la presencia de tales valores ya en el diseño, desterrando la neutralidad valorativa desde la cuna de los artefactos y mostrando que las tecnologías no son neutras porque están implicadas en el orden sociopolítico al que sirven y contribuyen a delinear (Feenberg, 2012, 2013).

Sin embargo, mientras que parece bastante inapelable que las prácticas científicas y tecnológicas y los productos de la tecnología no pueden tratarse como si fueran neutrales,⁶ se hace más difícil sostener que los propios productos de la ciencia, es decir, los contenidos de sus teorías, sus afirmaciones y enunciados, son exitosos o fallidos en virtud del mismo tipo de análisis sobre los valores no epistémicos presentes en cada caso, como lo exige la nueva sociología de la ciencia en su expectativa de explicación simétrica (Bloor en Kreimer, 1999: 129).⁷

Entonces, que en el marco de un panorama en el que se hace casi imposible mostrar la neutralidad valorativa de la tecnología y se hace casi igual-

⁶ Véase Reising (2008) para un análisis de los estudios sociales de la ciencia en que los artefactos contribuyen a solidificar el orden social. Vale la pena notar la advertencia que Reising señala (p. 331): “frecuentemente, los hechos científicos y los artefactos tecnológicos se resistían a la invención del científico o el ingeniero. Una falencia que había impedido a dichas sociologías advertir que, frecuentemente también, los “sistemas tecnológicos” escapaban a los designios de sus creadores, dado que al relacionarse con otras tecnologías generaban consecuencias imprevistas.” En este sentido incluso la explicación del funcionamiento de los artefactos también encuentra límites a ser explicado por valores no epistémicos. En Giri (2014) se aborda el problema de la neutralidad valorativa en la formación de ingenieros.

⁷ El propio Pablo Kreimer, en ocasión de discutir sus ideas en el seminario de mi cátedra en noviembre de 2010, reconoce que es difícil lograr un análisis del contenido de las hipótesis en términos de valores no epistémicos.

mente imposible sostener que las ecuaciones de la teoría de la relatividad, el valor de las constantes o la expresión de la atracción gravitatoria newtoniana están impregnadas de valores no epistémicos,⁸ surge este corrimiento terminológico en el que ciencia y tecnología se subsumen en la tecnociencia.

Los argumentos para sustentar que no hay ciencia y tecnología sino que se trata de tecnociencias echan mano de la mutua relación de necesidad y efectiva realimentación entre las prácticas que pretendidamente se atribuyen a una y otra, sosteniendo que “las ciencias están tecnológica e instrumentalmente encarnadas” (Ihde, 2013: 51). Es decir, dado que no hay tecnología sin teorías científicas y que toda teoría científica está apuntalada por mediciones, observaciones y detecciones que dependen de artefactos y procedimientos tecnológicos cuya validez y confiabilidad proviene del respaldo teórico, no cabría concebir una actividad sin la otra. Todo ello pareciera indicar de manera natural que no hay ciencia y tecnología sino sólo tecnociencia. Estos argumentos parecen tener respaldo a su vez en algún tipo de novedad de las prácticas, en las que se persiguen aplicaciones en condiciones totalmente controladas de laboratorio que puedan producir resultados aprovechables por la industria a través de un entrelazamiento muy fuerte entre conocimientos tecnológicos y tratamientos teóricos. Recordemos que Latour (1999: 203) caracteriza la tecnociencia como “...una fusión de ciencia, organización e industria...”⁹

Debe señalarse que este argumento no lleva a las mismas conclusiones al aplicarse a las nociones de persona y comunidad, mente y cuerpo, lenguaje y pensamiento, o forma y extensión. Estos pares suelen ser casos típicos de inseparabilidad fáctica y sin embargo no por eso estamos tentados a hacer colapsar cada par de nociones en una sola que lo agrupe.¹⁰

⁸ Nótese la dificultad en mostrar que el valor de la velocidad de la luz depende, al menos en parte, de valores no epistémicos. Latour (1987: 141) rechaza la pretensión unilateral cuando se refiere a “Los analistas que recurren a intereses de grupo para explicar cómo se difunde una idea, se acepta una teoría o se rechaza una máquina...” a la vez que, claro, rechaza la unilateralidad de una lógica internalista que no problematiza los datos o los artefactos.

⁹ Esta noción, ya en Latour (1987: 157 y ss), delimita las prácticas que entrelazan indispensablemente ciencia y tecnología para obtener productos con rédito comercial y por lo tanto impone la existencia de científicos en el interior de los laboratorios que lleven a cabo la ciencia tradicionalmente entendida y otros que, fuera del laboratorio, se encarguen de las relaciones públicas y el reclutamiento con el fin de obtener recursos.

¹⁰ Incluso la corriente fiscalista de la mente sigue utilizando ambos términos.

Más allá de resaltar adecuadamente la simbiosis productiva en la que ciencia y tecnología han proliferado fuertemente, la nomenclatura invita a desdibujar las características que permitirían otro tipo de análisis, en particular el señalado sobre la diferente carga valorativa no epistémica que puede encontrarse en un artefacto y en una ecuación. Por lo cual, a pesar de que la distinción no nos habilita a concebir tecnologías sin teorías y teorías sin mediciones, preferimos mantener la distinción entre ciencia y tecnología en vez de agruparlas como si fuera un solo tipo de práctica.

Más aún, el mismo Latour (1983) al abordar una problemática similar, la de si la ciencia es política a través de otros medios, es mucho más cauto en mantener las diferencias que en subsumir las prácticas científicas y las políticas bajo alguna nueva terminología, dejando lugar al análisis de lo que es específico de la ciencia. Encontramos la misma cautela en Pels (2003), cuyo abordaje muy diferente rescata la diferencia entre ciencia y política sobre la base de la rapidez característica de cada tipo de práctica en la cultura. Todas estas novedades llegaron de la mano de un cambio de énfasis en el objeto de estudio de los filósofos de la ciencia y de la tecnología acompañando la irrupción de la nueva sociología de la ciencia o estudios sociales de la ciencia, que puso en primer plano las prácticas, la experimentación, la forma en que los artefactos contribuyen a formar a los científicos y, en resumidas cuentas, la forma en que la ciencia y la tecnología aparecen encarnadas en laboratorios, artefactos e instituciones dando nueva identidad a cada individuo.¹¹

En resumen, sea porque encontramos razones de peso para poder separar las prácticas científicas de las tecnológicas, o sea porque, aun siendo inescindibles sus prácticas, la distinción permite visibilizar acciones y compromisos que se desdibujan al fundirlas en un sola categoría, preferimos sostener que ciencia y tecnología deben seguir nombrándose separadamente. Y esta posición, también a sabiendas, no es neutral. Uno de los objetivos que perseguimos en este trabajo es dismantelar las dicotomías y polaridades que invisibilizan nuevas posiciones sobre ciencia y tecnología en la sociedad, y conservar la terminología que las distingue será una plataforma más adecuada para la consecución de tal objetivo.

¹¹ Entre los autores que contribuyeron a este corrimiento podemos señalar a Bruno Latour, Steve Woolgar, Karin Knorr-Cetina involucrados en los estudios sociales de la ciencia, y Peter Galison, Ian Hacking, enfatizando la intervención y la experimentación. Véase el efecto en educación de este corrimiento en Miguel (2014).

4. RUTA PARA LA LECTURA

Como primer paso en la resistencia a estas polarizaciones que estimamos deficientes, presentaremos tres perspectivas de cómo concebir la relación de Ciencia y Tecnología en Sociedad. Cada una de esas perspectivas tiene un largo número de ejemplos paradigmáticos que la apoyan, por lo cual ninguna de ellas puede ser borrada como ilegítima, huérfana de apoyo casuístico o falta de fecundidad explicativa. De este modo, al menos detectamos tres maneras de entender la problemática y ninguna de ellas podría dar cuenta de todos los casos, justamente porque cada perspectiva resulta visiblemente inadecuada para dar cuenta de los casos paradigmáticos que apoyan a las otras.

Las tres perspectivas que reseñamos pueden identificarse de la siguiente manera.

Una primera perspectiva, la ciencia y la tecnología como herramientas, pone en primer plano la racionalidad mesológica, en la que se entiende que los conocimientos, artefactos y procedimientos se diseñan y desarrollan como herramientas para la consecución de los fines que cada comunidad persigue.

Una segunda perspectiva, la sociedad del conocimiento, concibe la ciencia y la tecnología en una comunidad como una forma de llevar adelante y constituirse como sociedad con ciertas características que ponen en acto los valores y proyectos de la comunidad, siendo elementos constitutivos de aquello que tomamos como plan de desarrollo comunitario para acercarnos colectivamente al mundo deseado en común. Esta perspectiva puede entenderse como herramienta, pero no para lograr un fin que no ha sido motivo de debate, sino para poner en juego aquello que nos parece valioso como comunidad luego de procedimientos de reflexión que adquieran cierto grado de consenso.

Una tercera perspectiva, la del riesgo tecnológico, es particularmente indispensable para analizar, concebir y guiar las acciones en los casos en que los posibles beneficios de ciertos conocimientos, prácticas y uso de artefactos pueden alcanzar a diferentes grupos de actores que aquellos que pueden estar alcanzados por los posibles daños y consecuencias no deseados de tales desarrollos científicos o tecnológicos.

En lo que sigue, daremos una caracterización más detallada de cada una de estas perspectivas, mostraremos de qué modo se muestran fructíferas

en dar cuenta de casos claros de aplicación de la ciencia y la tecnología a la vez que se muestran absolutamente inadecuadas para otros tipos de casos en donde las otras perspectivas salen triunfantes. En estas condiciones, no se trata ya de decidir entre una u otra para describir las relaciones entre ciencia y tecnología en sociedad de una vez y para siempre sino que más bien serán perspectivas coexistentes aunque por lo general no podrán ser igual de fructíferas para cada caso.

El resultado, de ser exitosa la categorización que pretendemos, puede resumirse en la frase “Dime el caso y te diré la perspectiva”.

Como paso audaz, se puede exigir lo que se le exige a toda clasificación, que tenga pretensiones de partición. No debería existir un caso que fuera paradigmático para dos perspectivas diferentes ni que quedara sin poder ser atribuido a alguna de las tres perspectivas.

Este paso puede quedar para que cada quien lo exija o no, según entienda que necesitamos esas características de exhaustividad e intersección nula.

Por nuestra parte creemos que esta exigencia no es necesaria para que la conceptualización resulte fecunda en presentar a la sociedad una mayor diversidad de acciones y posiciones que pueden tenerse en cuenta en estas discusiones. No obstante, creemos que efectivamente la caracterización da como resultado una partición.

Como paso previo a la caracterización más detallada de cada perspectiva reseñaremos la forma en la que una comunidad se enfrenta con problemas que le son relevantes y de qué modo deben concebirse las posibles soluciones científicas y tecnológicas para esos problemas. Este paso previo será indispensable para no albergar nociones de ciencia o de tecnología inaplicables a tales prácticas, como lo ha mostrado la reflexión a lo largo del siglo XX.

5. LA DELIMITACIÓN DE LOS PROBLEMAS

La noción de problema es en sí misma problemática, ya que no cabría restringirla a una definición cerrada y estipulativa desde la cual se pudieran dejar a un lado o desestimar cuestiones que pudieran ser de interés para cierta comunidad o para la sociedad en general. Por otra parte, no todo aquello que pueda resultar de interés o de preocupación para una

comunidad constituye un problema para el que esa comunidad demanda a la ciencia y la tecnología algún tipo de aporte para su solución. Es decir, puede haber preocupaciones que no se constituyen como un problema formulable en términos en que la ciencia y la tecnología pudieran aportar para mejorar la situación. Y pueden existir problemas que exceden cada una de las definiciones que podamos ensayar, por formularse una y otra vez en términos que desafíen cada una de las definiciones ofrecidas.¹²

En otros términos, no ayuda mucho concentrarnos en definir qué cosa entendemos por problema en términos de elucidación previa. Más bien sería de utilidad prestar atención a aquello que las comunidades y la sociedad en general entienden como problema, incluyendo entre esas comunidades diferentes grupos, cada uno con la posibilidad de formular sus preocupaciones en términos en los que, en ocasiones, pueden implicar un papel relevante de la ciencia y la tecnología en modificar la situación de malestar o preocupación.

No obstante esta dependencia que la noción de problema tiene con la conceptualización por parte de algún grupo, habrá algo que tendrá que abordarse en cualquier caso y es la delimitación o demarcación del problema. Es decir, cuál es la extensión del problema, a cuántos individuos afecta, a cuáles de ellos si no a todos, cuáles características son relevantes para decidir la posibilidad de ocurrencia del problema, en qué parte del territorio, durante qué época o durante cuáles períodos se puede identificar o detectar ese problema, de qué modo es afectado cada individuo de la comunidad afectada. Aun cuando hay problemas bastante típicos de la ciencia, concebidos desde una visión muy general, que no presentan esta demarcación, como podría ser el problema de establecer con mayor precisión el momento en que el horizonte del *big bang* se torna invisible, queremos concentrarnos en aquellos problemas cuya solución, o ausencia de ella, afecta de algún modo a los integrantes de una sociedad. Por lo tanto, sostenemos que existen problemas no localizados, como el caso citado del *big bang*, o el problema de la unificación de la gravitación con el resto de las fuerzas de la naturaleza. Quizás estos problemas de carácter más general pueden vincularse con la investigación básica, zona de

¹² Véase la noción de problema para la ciencia en Laudan (1988: 14 y ss): "... que algo sea visto como un problema empírico dependerá, en parte, de la teoría que poseemos", p. 15. Y, a su vez, para que exista un problema tiene que estar relacionado con algún hecho conocido (p. 17).

la investigación en la que se introduce implícitamente la idea de que los resultados de la investigación no tienen, en principio, aplicaciones previstas. Es difícil mantener una división clara entre las investigaciones básicas para las que todavía no conocemos aplicaciones de aquellas en las que pueden preverse rápidamente. De cualquier modo, los resultados de estas investigaciones sin duda podrán promover otras en las que cada vez estemos más cerca de prever sus aplicaciones. De hecho, la clásica y discutible distinción entre ciencia básica y ciencia aplicada suele pensarse como una catarata en la que la primera derrama conocimientos para que la segunda se dedique a la resolución de problemas.

Hechas estas salvedades, muchos de los problemas en los que la sociedad visibiliza a la ciencia y a la tecnología como contribuyentes a una posible modificación del estado de cosas son problemas para los cuales debe abordarse la tarea de la delimitación y queremos analizar con un poco más de detalle esa tarea.

Utilicemos un caso de ejemplo para visualizar varias de las dificultades que deberemos enfrentar. Tomemos el caso de la desnutrición infantil como un problema. Es decir, no hay dificultades en obtener consenso en la sociedad acerca de que la desnutrición infantil es un problema y que constituye un aspecto de la realidad que queremos cambiar. Tampoco parece difícil aceptar que la sociedad espera que la ciencia y la tecnología contribuyan a modificar tal situación, aun cuando la solución no depende solamente de tener buenas teorías, artefactos o herramientas tecnológicas sino que involucra cuestiones de planificación política, decisiones soberanas, modificaciones en las concepciones culturales, intervenciones educativas, etcétera.

Al abordar cuáles son los individuos que están afectados por el problema, deberemos determinar si sólo nos referimos a un grupo etario y si ese grupo tiene límites precisos. Para el caso de la desnutrición infantil podremos fijar la edad por debajo de la cual el individuo se ve afectado, sin que eso signifique que luego de superar esa edad ya no está desnutrido, sino que no entra en el grupo debido a que cambia su clasificación. Esto ya es una variable molesta en cuanto a las intervenciones que podamos planificar, pero no parece traer dificultades en el recorte de cuáles son los individuos potencialmente incluidos en la demarcación. Por otra parte, tenemos la dificultad de delimitar qué entendemos por desnutrición. Esta faceta de la delimitación será mucho más difícil y habrá que fijar indicadores, llevar a cabo mediciones y estimaciones para decidir cuáles de los niños cae dentro o fuera del grupo de afectados. Queda bastante claro que, según los parámetros e indicadores que elijamos, un niño puede per-

tener o no al grupo de afectados y por lo tanto es una tarea muy delicada decidir sobre cuáles indicadores utilizaremos.

Una vez fijados esos indicadores y la edad, todavía queda la exploración de en qué regiones y en qué períodos tiene lugar este problema. Debemos explorar si la región está delimitada o los niños desnutridos están ubicados con distribuciones a todo lo largo del país presentando zonas de alta densidad y otras de baja densidad. También debemos tener registro acerca de los momentos, épocas o estaciones en los que tiene lugar la desnutrición o bien si es un estado que permanece en el tiempo desde el nacimiento hasta la edad establecida en la que automáticamente sale del universo de los niños, universo del que nos estamos ocupando por este problema.

Todavía queda por establecer si hay alguna característica de estos niños para poder detectar su pertenencia al grupo de los afectados. Por ejemplo, debemos explorar si afecta del mismo modo a la población rural que a la urbana, a los niños de familias que tienen ciertas tradiciones culturales y no otras, si hay diferencias por sexo, etcétera.

Para completar la tarea necesitaremos herramientas de medición, detección y estimación. Ahora abordamos otra dificultad. ¿Son nuestras herramientas de detección suficientemente sensibles para detectar grados de desnutrición no tan graves o solo detectan los casos más notorios? La *sensibilidad* de las herramientas de detección es una característica por la cual nuestro estudio puede fallar desde la base. Si nuestro detector de desnutrición nos arroja un resultado positivo solamente por encima de un umbral demasiado alto, estaremos atendiendo solo a los individuos severamente afectados y por lo tanto tendremos la impresión de que el problema de la desnutrición en el país no afecta a muchos individuos.

Es claro que esta situación, la de mostrar más o menos individuos afectados, podría tener impacto en la comparación con otros países y por lo tanto la elección de la sensibilidad debe ser motivo de discusión importante en la sociedad, ya que podría haber una distorsión de la presencia de un problema al elegir intencionadamente indicadores menos sensibles, disponiendo de otros mejores.

La sensibilidad de los instrumentos de detección es un valor epistémico de los artefactos. Acabamos de mostrar que puede ser manipulado, pero esa manipulación no constituye a la sensibilidad en un valor no epistémico. En este caso, la presencia de valores no epistémicos puede combinar-

se con un valor epistémico para dar un resultado u otro. Pero todavía son valores claramente distinguibles.

Una herramienta es más sensible cuanto menor es el umbral de cierto indicador para el cual detecta su presencia. No existe ningún medidor para indicadores continuos cuya sensibilidad sea nula.¹³ Es decir, siempre habrá un umbral por debajo del cual el detector no detecta nada y, sin embargo, la magnitud en cuestión está presente, pero con un valor menor al umbral de sensibilidad. Un ejemplo sencillo es un detector de movimiento que sólo detecta movimientos más rápidos que cierta velocidad, o que detecta movimientos de cierta extensión, como los de las alarmas domiciliarias que no se disparan por el crecimiento de las plantas de la casa o por la caída de una mota de polvo o el vuelo de un mosquito.

Hay otra dificultad que se debe atender. Esta vez nos concentraremos en algún indicador que será medido con cierta herramienta y en este proceso obtendremos un número que es el resultado de la medición. Digamos que el indicador de desnutrición puede ser calculado y así obtener un número. Por simplicidad supongamos que, si ese número es superior a cierto límite, entonces cuenta como uno de los casos positivos de desnutrición. No hace falta que toda la desnutrición infantil se reduzca a un solo número, como alguna vez toda la inteligencia quiso aglutinarse bajo el coeficiente intelectual, pero baste con decir que es uno de los indicadores y que, para este indicador, hay un umbral y que bastaría que este indicador superara este umbral para decidir que se trata de un caso de desnutrición, a pesar de que hay otros indicadores por los que podría catalogarse igual en caso de que éste diera negativo.

Concentrémonos en qué tipo de herramienta hemos diseñado para este indicador. Supongamos que varios investigadores, o incluso personal que solamente está involucrado en la recolección de datos sobre los niños, aplican esa herramienta, sea un formulario, una encuesta, una entrevista, una medición del color de piel, el peso, la altura, o cualquier otra forma de registro que termine arrojando un número. La pregunta que queremos responder es cuál es la amplitud de resultados para distintas mediciones de un mismo niño. Esto es, cuál es la precisión de nuestro instrumento

¹³ Al restringir nuestra afirmación a indicadores continuos queremos dejar aparte la discusión sobre detectores que se activan por conteo, como por ejemplo un contador Geiger, o algún otro dispositivo que detecta la presencia de entidades discretas como partículas u otras.

de medida. Al tratarse del peso del niño o de su estatura, está claro que la medición podrá arrojar números con algunos gramos o milímetros de incertidumbre o, incluso, un poco más. Pero la pregunta importante es si los resultados al agruparse estadísticamente alrededor de un número completan una campana bastante angosta o si por el contrario es bastante ancha. Digamos que al medir el peso de un niño se obtiene 12 kg, pero sabemos que esa balanza, cuando es utilizada una y otra vez con un peso de 12 kg ha mostrado tener un desvío de unos 200 gramos. Es decir, la balanza tiene una falta de precisión, como todo instrumento, y su falta de precisión se pone en evidencia porque, no todas las veces que se coloca el peso de 12 kg, marca 12 kg, sino que se han obtenido una serie de mediciones cuya dispersión permite obtener valores por debajo o por encima de 12 kg. Y esto ha sido establecido en los laboratorios eligiendo una pesa que se toma como si fuera el patrón de 12 kg.

Podríamos decir que el niño pesa $12,0 \text{ kg} \pm 0,2 \text{ kg}$. Ahora podemos decir que el peso de ese niño tiene un poco más del 66 % de probabilidad de estar entre 11,8 y 12,2 kg; o bien que existe una probabilidad mayor que el 99,7 % de que el niño pese entre 11,4 y 12,6 kg.

Peor aún, puede estar por fuera de ese margen, pero es menos probable: esto ocurriría en dos casos cada mil.

Ahora, ¿qué pasa si nuestra balanza tiene un desvío de 400 gramos? Con esta balanza podemos decir que hay un 66 % de probabilidad de que el niño pese entre 11,2 y 12,8 kg. Aunque estaríamos más seguros (99,7 %) de que su peso se encuentra entre 10,8 y 13,2 kg.

Cualquier persona involucrada en la captura de datos debería saber cuál es la dispersión asociada a su herramienta de medida. Pero la tarea de medir el peso a los niños no va acompañada de pedirle al niño que suba a la balanza unas cien veces, tomar nota de los resultados y luego armar el histograma correspondiente para visualizar el valor del desvío de la curva. Lo que suele ocurrir es que cada niño sube una sola vez a la balanza, la balanza ofrece una lectura, y el personal encargado de tomar datos anota ese dato en la ficha del niño. Quizás jamás hace subir dos veces seguidas a un mismo niño para advertir que la balanza no ofrece la misma lectura en dos oportunidades diferentes. Tal vez lo hace dos veces y la diferencia no es tan amplia como podría advertirse al realizar múltiples mediciones de un mismo caso. En todo caso, el registro del peso del niño puede quedar anotado como 12 kg, cuando deberíamos saber que su peso puede ser de 11,2 kg para el caso de la primera balanza, o de 10,8 kg para el

caso de la segunda. Si nuestro valor límite para incluirlo o no en el grupo de desnutridos fuera pesar menos¹⁴ que 11,5 kg, entonces claramente, al registrar que pesa 12 kg, no lo incluimos, pero con ambas balanzas existen probabilidades de haber obtenido un falso negativo, es decir, un niño desnutrido para el que nuestra medición no detecta su problema. Por otra parte si para otro niño la balanza muestra un peso de 11,4 kg, seguramente será incluido en el grupo de afectados y sin embargo existe cierta probabilidad de que se trate de un caso falso positivo, es decir, no es despreciable la probabilidad de que su peso sea mayor a 11,5 kg.

En resumidas cuentas, otra característica crucial en detectar si un niño debe ser considerado o no en el grupo de afectados puede depender de la precisión del instrumento para decidir sobre el indicador en cuestión. Del mismo modo que adelantamos que no hay instrumentos de sensibilidad nula para las variables continuas, tampoco hay instrumentos de precisión infinita en la que no haya un grado de desvío entre distintas mediciones de un mismo caso. Cuanto más angosta sea la curva de resultados, mayor será la precisión. Pero no habrá nunca una campana que no tenga ningún espesor, es decir, siempre habrá una dispersión entre los resultados al medir una y otra vez el mismo objeto. Por lo cual no habrá modo de obtener un instrumento de precisión infinita. Lo que está como telón de fondo en esta discusión es que no accederemos a algo que podamos llamar “el verdadero valor de la variable (verdadero peso del niño)”. No podremos saber cuál es el valor exacto de su peso. No existe algo como la balanza de exactitud, existe la de precisión, y siempre es de *cierta* precisión. El valor exacto es algo que creemos que existe y llamamos el (verdadero) peso del niño. Pero nos contentamos con el peso medido o, mejor, el promedio de todas sus mediciones. Si la balanza tiene una precisión aceptable, tendremos entonces una medida aceptable de en qué rango está ese peso. Y lo mismo podremos obtener de todas las demás mediciones. Así es la ciencia y así es la tecnología. Ni más, ni menos.

Tanto la sensibilidad como la precisión son dos características de los instrumentos de medición que usaremos para delimitar el alcance y extensión del problema. Por lo cual, abierta esta discusión sobre los márgenes de posibles falsos negativos o falsos positivos, debe tomarse con cautela la noción de delimitación del problema de interés.

¹⁴ Claramente es una simplificación para visualizar la dificultad, porque el solo peso de un niño no arroja información sobre su estado nutricional si no es en combinación con otros indicadores.

Este análisis muestra la problemática en una zona en la que los casos problemáticos son limítrofes pero no graves. Por lo tanto podríamos concebir la delimitación del problema como si se tratara de una mancha cuya intensidad es mayor en alguna zona que representa o agrupa a los casos graves o agudos y luego se va difuminando hacia casos no tan graves hasta diluirse en los casos límite. Casos para los cuales su pertenencia al grupo afectado es dudosa y depende de la sensibilidad y precisión de los indicadores, como hemos mostrado.

6. SOLUCIONES Y EFECTOS NO DESEADOS

La solución de un problema merece un análisis similar en cuanto a la delimitación de la zona, el grupo o las características de los casos que efectivamente han podido ser resueltos. No todas las soluciones que se intentan logran resolver todos los casos. Por lo cual podemos hablar de la *eficacia* de la solución implementada. Una solución habrá mostrado tener una alta eficacia si al implementarla se han resuelto todos los casos abarcados por el problema, mostrará una eficacia moderada o media si resuelve los casos graves pero no resuelve todos los casos y tendrá una eficacia baja si, a pesar de resolver muchos problemas, quedan todavía casos de gravedad sin poder ser resueltos.

Para que aspiremos a un escenario óptimo en que sean resueltos todos los casos, se deberá implementar alguna solución que seguramente será aplicada incluso a casos que no son afectados. El modo en que podemos abordar una delimitación difusa del problema es aplicando la solución incluso un poco más allá de sus límites difusos. De otro modo, corremos el riesgo de dejar casos problemáticos sin atender.

Por lo tanto, pretender una solución de alta eficacia nos lleva, casi indefectiblemente, a una solución de menor *eficiencia* ya que habrá que implementar la solución incluso en zonas y a individuos cuya pertenencia al grupo afectado puede no estar bien establecida.

En términos de nuestro ejemplo de la desnutrición, habrá que hacer llegar la dieta adecuada a una zona y un grupo de individuos entre quienes habrá algunos afectados y otros que no lo están. Esta estrategia de “cortar por lo sano” tendrá como resultado final que algunos niños no desnutridos recibirán el suplemento dietario, y que con ese exceso de distribución nos aseguramos que ningún niño desnutrido quede sin cobertura. De este modo se aplicarán recursos a casos no problemáticos, bajando

así la eficiencia de la implementación. Eficiencia y eficacia son valores tecnológicos que mantienen cierta tensión cuando es difusa la delimitación del problema.

La eficiencia de una acción tecnológica (\mathcal{A}), siguiendo a Quintanilla (2005: 131), se puede medir por la proporción de los destinatarios (D) a los que va dirigida una tecnología en los que se produjo efectivamente un resultado (R) al implementarla, respecto del conjunto total de destinatarios y resultados:

$$E(A, D, R) = \frac{DnR}{DuR}$$

Hasta ahora hemos mostrado que podrían existir casos del conjunto D a los que no llega la acción y por lo tanto no muestran resultados o bien que hay casos no problemáticos (fuera de D) y que, al extender la acción \mathcal{A} , han mostrado resultados (niños no desnutridos a los que se les provee el suplemento dietario).

Pero hay otras fallas de la eficiencia y son por diferencias entre los resultados esperados R_E y los resultados obtenidos R_O . En este caso podremos decir que hay dos diferencias a tener en cuenta: por un lado la solución prevista puede no ser eficiente caso por caso, es decir, puede ocurrir que, aun llegando la acción adecuada, algunos casos no muestren un resultado tan bueno como en la mayoría de los casos. Esto sería una disminución de la eficiencia no por el problema de la delimitación sino por las características probabilísticas de los resultados de la tecnología implementada.¹⁵ Si en cambio R_O es diferente que R_E respecto a otras variables, enfrentamos ahora el problema de las consecuencias no deseadas de la aplicación tecnológica. Si entre los resultados obtenidos aparecen situaciones que desearíamos haber evitado, la acción pierde eficiencia a la vez que produce nuevos problemas. En términos del ejemplo de desnutrición podemos imaginar que el suplemento dietario produjo casos de reacción alérgica. Es aquí donde las polémicas sobre la implementación de las tecnologías debería seguir el principio de precaución, según el cual no deberían aplicarse hasta tanto no se sepan todas sus consecuencias posibles o previsibles.

Aun cuando esta formulación parece sensata, seguir este principio tiene varias dificultades que han sido discutidas y continúan siendo motivo de

¹⁵ Miguel (2012: 218).

polémica. Este principio no debería llevar a una parálisis por la imposibilidad de prever consecuencias que caen fuera de la cosmovisión vigente ya que hay problemas acuciantes por resolver, y, por otra parte, no debería cerrarse su utilidad desde una perspectiva literal sino llevar la reflexión al problema de elegir cursos de acción en escenarios de incertidumbre.¹⁶

Vale la pena distinguir niveles de preocupación sobre las consecuencias no deseadas. Siempre existen efectos no buscados, como el del llanto de un niño recién vacunado por medio de una inyección. Pero hay dos situaciones que merecen análisis. La primera se refiere a casos en los que las consecuencias no deseadas serían inaceptables. La segunda, a los casos en los que querríamos evitarlas pero constituyen riesgos que la comunidad acepta al elegir entre diferentes tecnologías disponibles.

La primera situación puede incluso dar lugar a que ciertos grupos corran diferentes riesgos que otros, de manera que los unos y los otros no están igualmente afectados por la elección de las acciones a seguir. Más aún, podría ocurrir que el grupo de riesgo no coincide con el grupo que podría generar beneficios. Así oportunidades de beneficios y de daños no se distribuyen igual en la población. En este tipo de situaciones la participación de los actores involucrados y la discusión de los riesgos deben ocupar el primer plano en las decisiones.

7. TRES PERSPECTIVAS PARA LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN SOCIEDAD

Dado el análisis anterior, es posible proponer una visión de las prácticas científicas y tecnológicas al interior de una comunidad que rescate diferentes escenarios y, en virtud de estas diferencias, permita concebir una perspectiva diferente de la problemática de CyT en S.

7.1 Racionalidad mesológica

Comenzaremos señalando la tradicional perspectiva en la que la tecnología y la ciencia se perciben como herramientas o instrumentos para solucionar problemas. En esta perspectiva, los efectos no deseados

¹⁶ Véase para esta polémica en Sunstein (2009) y en Steel (2015).

son minimizados por no constituir en sí mismos una amenaza para la población. Esto no significa que no puedan surgir discusiones sobre las presuntas bondades de cada acción. La población acepta en su representación que las acciones llevadas adelante no hacen correr riesgos inadmisibles y también aceptan que resuelven el problema en cuestión con mayor o menor eficacia y eficiencia. No se da entonces un escenario problemático en el sentido del riesgo y por ese motivo parece viable todavía pensar la tecnología con la presunción de neutralidad valorativa. Es decir, el hecho de que no se produzca una situación dilemática entre intereses y riesgos hace que sea todavía posible sostener una visión tradicional de la ciencia y la tecnología como modos de enfocar un problema, darle solución y mejorar las condiciones de la especie humana y de otras, en virtud de valores compartidos en el interior de la comunidad.

Son ejemplos de este tipo las acciones para evitar la extinción de varias especies, un plan para combatir la desnutrición infantil, un plan de vacunación escolar,¹⁷ el sistema de alfabetización, la provisión de agua potable, la seguridad vial, los controles en la producción y en el transporte de alimentos (cadena de frío y otros estándares), leyes y medidas de seguridad laboral, etcétera. En todos estos casos la ciencia y la tecnología están enfocadas en mejorar las condiciones y resolver problemas. Las discusiones en estos casos no apuntan a lo bueno o malo de cambiar el estado de cosas. No hay grupos que sostengan que es bueno que haya tuberculosis, o que sería bueno que los alimentos llegaran sin garantizarse su cadena de frío, sino que las discusiones apuntan a los mejores métodos para lograr estos objetivos compartidos e indiscutiblemente deseables.

Sostengo que la existencia de este tipo de casos, cuya tipificación es bastante clara en términos de herramienta y que no genera distinción de grupos afectados o beneficiados, constituye la plataforma para seguir alimentando la perspectiva de ciencia y tecnología como medios para la consecución de objetivos compartidos. Y a la vez esta perspectiva todavía parece fructífera para dar cuenta de tales casos.

7.2 Sociedad del conocimiento

Una segunda perspectiva que deseamos señalar es aquella que coloca al conocimiento científico y tecnológico como una marca de la comunidad

¹⁷ Lo señalamos a sabiendas de las discusiones que pueda promover este punto.

a la que pertenecemos. La terminología “sociedad del conocimiento” ha sido utilizada para varios aspectos diferentes, muchos de ellos compatibles con lo que queremos representar aquí. En general se acepta que una sociedad del conocimiento ha realizado una transición en su economía de modo que sus bienes y servicios están mucho más asociados al conocimiento que a sus recursos materiales. Reemplazar la riqueza de un país en términos de granos por una riqueza en términos de metodologías y conocimiento de procesos lleva a otro tipo de economía. También debemos señalar que esta forma de economía lleva a otro modo de relación social, en el interior y en el exterior de esa comunidad. Por lo cual constituye de modo diferente los vínculos entre los ciudadanos y la forma en que ellos se relacionan con los procesos, prácticas y productos de la ciencia y la tecnología, y esta reconfiguración va más allá de su economía.¹⁸

Para que esta transición sea posible, hay esfuerzos colectivos, elecciones comunitarias y discusiones sobre cuáles cursos de acción llevarían a diferentes grupos a beneficiarse de cierto crecimiento o condenarse al declive en virtud de las elecciones estratégicas que la sociedad de una nación realice.

Estas discusiones pueden dejar a grupos importantes fuera del crecimiento que el país ha decidido promover, y deberán realizar una serie de cambios para que su subsistencia y futuro crecimiento vuelvan a tener viabilidad. Estamos refiriéndonos, por ejemplo, a decisiones entre generar un país exportador de ciertas tecnologías y no otras. Parece claro que decidir en favor de un plan nacional satelital promueve el crecimiento de ciertas industrias como la del *software*, o que la decisión en promover la tecnificación del campo, crear un sistema nacional de trasplantes de tejidos y órganos y la tecnología asociada a su conservación, traslado e implante, favorecen unas líneas de investigación y desarrollo mientras que no promueven del mismo modo otras. Decidir qué tipo de país y qué tipo de sociedad seremos es parte de la tarea democrática y muchas de las discusiones sobre este punto se dirigen a crear condiciones en las que los ciudadanos puedan tomar parte en tales decisiones desde una percepción informada de los distintos cursos de acción elegibles y sus consecuencias. Esta preocupación nos lleva indefectiblemente al problema educativo que suele nombrarse como “alfabetización científica y tecnológica” pero que debería extenderse a comprender el modo en que ciencia y tecnología son también formas de configurar la sociedad.

¹⁸ Olivé (2007).

Aun cuando habrá grupos más favorecidos que otros, no se trata todavía de casos que ponen en riesgo a un grupo frente a otro en los términos señalados anteriormente. Decidir que el país promoverá la construcción de satélites artificiales pero no promoverá de igual modo la construcción de transatlánticos no constituye un riesgo del tipo del que se menciona respecto de la fumigación de plantaciones cercanas a una población. El riesgo de no crecer como empresa como consecuencia de las decisiones políticas de una comunidad no constituye una consecuencia que se desea evitar al realizar una acción tecnológica de intervención para la solución de problemas, como en secciones anteriores.

Por supuesto que cada decisión favorece un tipo de actividad y no otra, pero no debe confundirse ese panorama con el de la gestión del riesgo que reseñamos en la siguiente subsección.

Lo que debe quedar claro en esta segunda perspectiva es que aquí nos apartamos fuertemente de la primera perspectiva. Aquí la ciencia y la tecnología se utilizan para delinear el tipo de sociedad e individuos que queremos ser. Aquí es discutible el valor de los fines. Diferentes grupos desean distintos modelos de país, distintas formas de ser en el mundo como individuos y sociedades. Por lo tanto, la ciencia y la tecnología no son neutras, sino que son la forma que puede consolidar en gran medida ese tipo de sociedad que estamos planificando. Quizás la problemática de donación de órganos es un ejemplo bastante claro de cómo una sociedad es delineada y configurada parcialmente en términos de qué se propone hacer con su ciencia y su tecnología.¹⁹

En esta perspectiva, lo que ocupa el primer plano de la discusión es la obtención de consensos, la diversidad de mundos deseables al interior de las comunidades y la forma en que los ciudadanos están informados y pueden tomar parte activa en las decisiones comunitarias.

7.3 El riesgo tecnológico

Finalmente hay una perspectiva para concebir la ciencia y la tecnología en una sociedad a través de situaciones de conflicto de intereses y riesgos. Esta perspectiva también tiene sus casos paradigmáticos que no

¹⁹ Véase el modelo de donación y trasplante de órganos en Matezanz (2008).

sólo le dan sustento sino que no podrían ser abordados con las perspectivas anteriores sin una pérdida inmensa de la dimensión del problema.

Se trata de los casos en los que la implementación de determinada tecnología produce beneficios y daños en grupos diferentes. Por lo tanto, su aplicación genera una inequidad notable. Es importante señalar que la discusión se podría dar incluso en términos de probabilidad de beneficio *versus* probabilidad de daño, es decir, riesgo. Nombramos esta perspectiva como “perspectiva del riesgo tecnológico” para poner en primer plano dos aspectos relevantes: que se trata de consecuencias no deseadas y, además, que hay un grado de incertidumbre que da lugar a la noción de riesgo frente a la de daño.²⁰

Si enfrentamos una situación de certeza de daño, entonces sería bastante evidente el rechazo al curso de acción que nos lleve indefectiblemente a ese desenlace.

En cambio, cuando se trata de probabilidad de daño, cada curso de acción compite con sus propias probabilidades de daño en el espectro de elegibilidad. Los defensores de cada curso de acción podrán exhibir la cantidad de veces que su tecnología no ha producido los efectos nocivos que se le atribuyen como posibles y de ese modo la discusión se hace más difícil porque tratamos con escenarios posibles aún no efectivizados.

La discusión se torna más compleja al introducir el problema de la posibilidad sin estimación de probabilidad. Es decir, es mucho más difícil tomar decisiones tratando de evitar escenarios posibles para los que no disponemos de una probabilidad de ocurrencia. Quizás sean escenarios posibles muy poco probables, no lo sabemos. Debemos tomar decisiones entre cursos en escenarios no sólo inciertos sino sin medida de su probabilidad.

Si logramos obtener indicadores de probabilidad, la discusión baja su nivel de complejidad aunque no desaparece la problemática de que las ocasiones de beneficio y de daño son asumidas por diferentes actores.

En este tipo de escenarios, la determinación de los actores representativos es crucial, la búsqueda de acuerdos y la modificación de normativas pasa a primer plano. Las discusiones comienzan a definirse en términos de intereses y riesgos de los diferentes grupos que incluso no tienen por

²⁰ Véase López Cerezo y Luján López (2000).

qué compartir las valoraciones sobre lo deseable y lo evitable. La situación pone en juego aspectos valorativos relativos a cada grupo, reflatando un tipo de “subjetividad grupal” que no puede desestimarse desde la valoración por parte de otros grupos. Todo ello inmerso en las valoraciones de la sociedad en la que se encuentran los grupos en conflicto. Estos conflictos no tienen por qué reducirse al enfrentamiento de solamente dos grupos, pudiendo generarse un escenario complejo de conflicto con varios grupos sobre una misma cuestión.

Son casos típicos que requieren de esta perspectiva para ser comprendidos y abordados la minería contaminante, las prácticas de fumigación extendida, la instalación de industrias sin plantas de tratamiento de efluentes en los cursos de agua, etcétera.

Los casos más notables de enfrentamiento de intereses ha llevado, en ocasiones, a pensar que ésta es la manera en que deberíamos entender la relación entre ciencia y tecnología en las sociedades, intentando con esta perspectiva poder dar cuenta de manera general de todos los casos.

Creo que analizar el caso del plan de nutrición infantil bajo esta perspectiva resultaría totalmente inadecuado. No encontraríamos grupos damnificados por la implementación de nuestro plan alimentario, no encontraríamos que quienes se benefician no son los afectados por los riesgos. Nada de lo más importante que rescata esta perspectiva del riesgo es interesante para los casos de la primera perspectiva. Y, paralelamente, utilizar la primera perspectiva para este tipo de casos de conflicto sería igualmente inadecuado. Concebir la minería contaminante como una herramienta para resolver los problemas sobre los que no hay discusiones sustantivas no parece ser una posición aceptable.

De manera similar el caso de la política de trasplantes de tejidos y órganos no parece ser interesante al ser abordado por la perspectiva del riesgo y su tratamiento desde la perspectiva de medios a fines pierde de vista la forma en que se modifican los lazos sociales para lograr una solución colectiva a un problema individual.

8. CONCLUSIONES

Hemos mostrado un modo en que podremos salir de la caja dicotómica en la que las posiciones se extreman para defender que la tecnología es

neutra, o bien que es la generadora de los efectos no deseados y que terminamos implementando nuevas tecnologías para remediar los resultados de las anteriores.

Con el fin de poder escapar a esa dicotomía que naturalmente conlleva una distinción entre expertos y legos, se distingue entre las tecnologías para las que no es crucial la alfabetización de aquellas en que estar adecuadamente informado nos da derecho y obligaciones en la vida democrática a fin de elegir el modelo de sociedad que deseamos y también se distinguen aquellas que enfrentan a diferentes grupos por los resultados posibles de las aplicaciones tecnológicas.

Contar con tres perspectivas claras en cuanto a sus caracterizaciones permite un análisis diferente que el de la neutralidad o no neutralidad de la ciencia y la tecnología dando lugar a un tratamiento específico a cada caso en términos de valores internos como la eficiencia, la eficacia, y valores externos como las preferencias, lo que queremos evitar y lo que no estamos dispuestos a correr como riesgo.

Que cada una de las perspectivas cuente con casos paradigmáticos permite comprender por qué tanto la primera como la tercera han disputado su fecundidad como marco para abordar las discusiones de CyT en S.

Los problemas abordados son de gran interés para la formación de ciudadanos y su integración en una sociedad que no solamente está configurada parcialmente por la ciencia y la tecnología sino que también presenta demandas sobre los científicos y tecnólogos para obtener soluciones a problemas que les resultan acuciantes. De manera que contar con perspectivas adecuadas que destraben las polémicas que se dan en términos simplificados puede contribuir a un modo nuevo de entablar las discusiones democráticas sobre los desarrollos que cada sociedad decide promover. También provee una mayor riqueza de análisis para la educación escolar que permite llevar al aula las discusiones actuales sobre la ciencia y la tecnología en la sociedad, pudiendo escapar a la demanda de tomar partido sobre una visión optimista o pesimista de estas actividades, en el marco de una percepción social dicotómica. Esta terna de perspectivas se constituye entonces en una herramienta conceptual, no neutra, a fin de poder abordar una etapa más avanzada de la alfabetización científica y tecnológica que es necesaria para que los ciudadanos elijan su futuro colectivamente involucrándose en el control democrático del desarrollo científico y tecnológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Feenberg, A. (2012): *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.
- (2013): “Critical theory of technology”, en *A companion to the philosophy of technology*, Singapore, Wiley-Blackwell, pp 146-153.
- Ferreyra, H. A. (dir) y L. C. Bono (coord.) (2011): *Cultura tecnocientífica y percepción ciudadana de la ciencia y la tecnología en la provincia de Córdoba (República Argentina): conocer para comprender y construir con compromiso una sociedad más participativa*, Universidad Católica de Córdoba.
- Giri, L. (2014): “El problema de la neutralidad tecnocientífica: una idea para cuestionarla desde la educación”, *Tekné*, N° 8, Oberá, Facultad de Artes de la Universidad Nacional de Misiones.
- Gómez, R. (2014): *La dimensión valorativa de la ciencia. Hacia una filosofía política*, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.
- Ihde, D. (2013): “Technology and science” en *A companion to the philosophy of technology*. Singapore, Wiley-Blackwell, pp. 51-60.
- Kreimer, P. (1999): *De probetas, computadores y ratones*, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.
- Lacey, H. (1999): *Is science value free? Values and scientific understanding*, Londres y Nueva York, Routledge.
- (2012): “Las diversas culturas y las prácticas de la ciencia”, en Fernando Tula Molina y Gustavo Giuliano (coords.) *Culturas científicas y alternativas tecnológicas*, Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, pp. 133-166.
- Latour, B. (1983): “Give me a laboratory and I will raise the world”, en K. Knorr-Cetina y M. Mulkay (comps.), *Science observed: Perspectives on the social study of science*, Londres, Sage.
- (1987): *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- (1999): *Pandora's hope. Essays on the reality of science studies*, Cambridge, Harvard University Press.
- López Cerezo, J. A. y J. L. Luján López (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza.
- Matezanz, R. (2008): *El modelo español de coordinación y transplantes*, Madrid, Grupo Aula Médica.
- Miguel, H. (2012): “Comentarios sobre el texto de Fernando Tula Molina” en F. Tula Molina y G. Giuliano (coords.) *Culturas científicas y alternativas tecnológicas*, Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, pp. 269-278.
- (2014): “La enseñanza de las ciencias naturales: de los productos a las prácticas”, en M. C. Di Gregori, L. Rueda y L. Mattarollo (coords.)

- El conocimiento como práctica. Investigación, valoración, ciencia y difusión.* La Plata, Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, UNLP.
- Olivé, L. (2007): *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, México DF, FCE.
- Pels, D. (2003): *Unhastening science. Autonomy and reflexivity in the social theory of knowledge* Liverpool, Liverpool University Press.
- Quintanilla, M. A. (2005): *Tecnología: un enfoque filosófico*, México DF, FCE.
- Radder, H. (2013): “Science and technology: Positivism and critique”, en *A companion to the philosophy of technology*, Singapore, Wiley-Blackwell, pp 61-65.
- Reising, A. (2007): *Humanos y máquinas: Aspectos epistemológicos de su relación en el debate humanismo-poshumanismo*, Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de La Plata.
- Snow, C. P. (2000): *Las dos culturas*, Buenos Aires, Nueva Visión.
- Steel, D. (2015): *Philosophy and the precautionary principle: science, evidence and environmental policy*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Sunstein, C. R. (2009): *Las leyes del miedo. Más allá del principio de precaución*, Madrid, Katz.
- Tula Molina, F. (2006): “El contexto de implicación: capacidad tecnológica y valores sociales”, *Scientiae Studia*, Vol. 4, N° 3, pp. 473-84.

